



المشروع القومى للترجمة

الجينات والصراع من أجل الحياة



تأليف
براين جى فورد

ترجمة
أحمد فوزى عبد الحميد

277

المشروع القومى للترجمة

الچينات

الصراع من أجل الحياة

تأليف : برايان ج. فورد

ترجمة : أحمد فوزى عبد الحميد



٢٠٠١

المشروع القومى للترجمة

إشراف : جابر عصفور

هذه ترجمة كاملة لكتاب

Genes : The Fight for Life

By

Brian J. Ford

Cassel (1999)

شارع الجبلاية بالأوبرا - الجزيرة - القاهرة ت ٧٣٥٢٣٩٦ فاكس ٧٣٥٨٠٨٤

El Gabalaya St. Opera House, El Gezira, Cairo

Tel : 7352396 **Fax :** 7358084 **E. Mail :** asfour @ onebox. com

---

تقديم

ينبغى أن يقرأ هذا الكتاب الرائع كل مهتم بالقوى التى يمكن للإنسان الآن ممارستها لتطوير وفهم الطبيعة الخاصة لتلك القوى، وأعتبر أن الربط بين مختلف الأفكار فى الموضوع، فى هذا الكتاب المتخصص ، قد شكل إنجازا حقيقيا يستحق الثناء؛ وقد قمت بقراءة مسودته خلال تنقلى بالمواصلات العامة، واستغرقت فى قراءته حتى فاتنى مرتين النزول فى المكان الذى كنت أقصده، وعلى أى حال، فقد عاوننى ذلك على هضم الثروة المعروضة به من الموضوعات والأقاصيص، كما أشاطر المؤلف فى كراهيته لكون البيولوجيا الجزيئية قد تم تقديمها ضمن العلوم البيولوجية على حساب الفهم للكيفية التى تعمل بها كل المخلوقات . ويشير المؤلف إلى أن أجسامنا هى تجميع للخلايا الحية، تستمر خلال سلوكها، فى ممارسة العديد من المهارات التى سبق اكتسابها فى مرحلة مبكرة من نشوئها . والأكثر إدهاشا، هو انتقال المبادئ العامة للمناعة، من التعرف على الخلايا الغريبة عن خلايا الجسم على المستوى الخلوى، إلى السلوك المميز للمجتمعات ، حيث ترفض القبيلة الأغراب غالبا، مع تأثير تخريبى. وتعتبر مادة هذا الكتاب جيدة .

هاينز وولف

تقدير وعرفان

من المستحيل إدراج كل من ساهم نصحه أو تأثيره فى تحسين هذا الكتاب، من الجامعات والمعاهد التى قمت بزيارتها فى جولتى حول العالم، بالرغم من أننى أدين دينا خاصا للعاملين فى جامعات كامبريدج وكارديف. ولمرة واحدة فقط، أود أن أحدد نفسى بذكر الذين أسدوا إلىّ النصح وساعدونى فى إخراج هذا الكتاب إلى النور: زملائى الأستاذ الدكتور هاينز وولف، الذى هضم المسودة الأولى؛ روجر يستر، أخصائى الحاسوب (بكالوريوس) لنصحه المخلص المتواصل؛ كريمتى تامسين فورد (بكالوريوس) لتصحيحها للمسودات؛ ولوسى، ذات الثلاث سنوات، لصورتها الموجودة بصفحة من الكتاب؛ ودافيد ستون، لمهاراته فى معالجة الأشكال؛ وإيرين ويليامز، لعملها فى المراسلات الخاصة بى. وأدين بالشكر كذلك لمحررى جرائد ومجلات: «التايمز، نيتشر ، ذى منسا ، بريتيش ميديكال، لندن إيفنينج ستاندارد، ساينتيفيك أميركان (العلوم الأمريكية)، بوز، وكذلك، البيولوجيست»، لسماحهم لى بتضمين مستخلصات من مقالاتى المنشورة لديهم. وكذلك أشكر ناشرى كتبى – بما فى ذلك كتب «الميكروبيولوجى، والغذاء (١٩٧٠)، قوة الميكروبات (١٩٧٦) ، العدسة الوحيدة (١٩٨٥) ، وأخيرا؛ الحقائق عن BSE (١٩٩٦)» – على عدد من الحقائق والأشكال والرسوم التوضيحية للمؤلف. وكذلك، فقد تم الإعراب عن بعض المفاهيم الرئيسية خلال اجتماعات بجامعة كامبريدج والإنتر–ميكرو بشيكاغو .

المؤلف

(١)

مقدمة

مرحبا بعصر جديد من البيولوجيا

يحمل القرن الواحد والعشرون فى طياته منظومة مذهلة من التقنيات الحديثة للتحكم فى الحياة ، والفرصة لإيجاد حلول لمشاكل هذا القرن التى تثقلنا بالأمراض . وكذلك سوف يحتاج منا ذلك القرن أن ننظر فى حياتنا بطريقة جديدة ، وفلسفات جديدة، لتساعدنا فى تفهم ما نكتشفه، خاصة لأن نشاط العمل فى تخصص البيولوجيا الجزيئية قد تراجع بالنسبة إلى تركيب الخلية أكثر وأكثر ، ولكن الذى أريده هنا هو مواءمة المعلومات الجديدة لأنماط أكبر .

وبينما تلتقط الألفية الثالثة أنفاسها، نغرق أنفسنا فى البيانات ، ونحتاج فى الوقت نفسه إلى أفكار تربط معلوماتنا التقنية العميقة عن الحياة، بفهم أوسع .

ويظن كثير من الناس أن الهندسة الوراثية أمر ينبغى الخوف منه ، وقد سبق أن قالوا ذلك عن الكهرباء والألومنيوم والسيارات، التى لولاها لما وصلت الحضارة الحديثة إلى هذا التقدم .

ولقد أخبرنا أن الهندسة الوراثية تستطيع إنجاز الكثير مما لا يستطيعه أبدا شخص بمفرده، ولكن ذلك ينطبق كذلك على مقص عادى؛ فقد أعلن أنها تمنح سلطة تقرير المصير، ولكن هكذا تعمل أجهزة دعم الحياة (الإعاشة الصناعية) . ويدعى الناس أن الهندسة الوراثية تتدخل فى عمل الطبيعة، ولكننا نفعل ذلك فى التبنى ، والتلقيح الصناعى ، ونخاف من إمكان أن يتجاوز ذلك قدراتنا الإنسانية على الفهم، ولكن، هكذا يعمل الحاسوب (الكمبيوتر)، ويقلق الناس من احتمال أن تخلق تطبيقات الهندسة الوراثية مشاكل غير متوقعة وطفرات غريبة الشكل – ولكن، هل شاهدت كلبا بكينيا يجاهد ليلتقط أنفاسه...؟

كل ما نحتاجه هو سيطرة واعية على هذه التطبيقات، فلا يمكن أن يتقبل الناس في هذا الزمن القانون الذي كان ساريا يوما ما، والذي كان يقضى بأن يسير المرء أمام السيارات حاملا راية للتحذير ، بينما نتقبل اليوم أن يموت الناس ويصابوا من جراء صدم السيارات لهم، وكذلك من جراء تلوث الجو الناجم عن هذه السيارات، ونتقبل تدمير القرى واستنزاف المواد الخام .

ولا يمكن تبرير كل من هذين النقيضين المتطرفين، وإنما ينبغى أن نستخلص من ذلك عبرة ؛ أنه يتحتم علينا إنشاء نظام رشيد للسيطرة على العلوم التطبيقية – بحيث لا يعوق الفوائد الجلية التى تتحقق بين أيدينا، حيث يشكل تخفيف معاناة الناس فى مختلف أنحاء العالم، الجانب الطيب من الهندسة الوراثية ، لما يمثله ذلك من أمل الخلاص من أوجاعهم .

وأريد فى هذا الكتاب أن أحتفل بالقدرات الخارقة للخلية . فالنظر فى خلايانا سيعلمنا الكثير عن أنفسنا ، وقد لمس الكثيرون التماثل بين سلوك الإنسان والحيوان، وكذلك قدم علم الاجتماع الحيوى (السوشيوبيولوجى) رؤية مدهشة للطبيعة الإنسانية، بحيث نحتاج الآن إلى فهم الجذور التى ينبع منها هذا السلوك .

وفى رأيى أن سلوكنا مرآة لخواص الخلايا الحية ، فإذا فهمنا كيف تتفاعل الخلية ، فإننا نستطيع الإمساك بمفاتيح جذور حقيقة الطبيعة الإنسانية . فعند كل هذه الجذور توجد الجينات ، حاملة المعلومات المخزونة فى الخلايا الحية ، التى تشكل المدخل إلى تكوين حياة جديدة .

وبينما يغوص العلم الآن فى أعماق جزئيات الحياة، ننفق وقتا قليلا فى مواءمة معلوماتنا مع بعضها مما يؤدى إلى أن تظل الحقائق عقيمة إلى أن نرتبها فى صورة قابلة للفهم . وآمل فى القرن القادم أن يتم النظر إلى العلم كتدريب مقدس، يبدأ فيه احتواء الأفكار الكبيرة الجديدة، فعام ٢٠٠٠ جدير بأن يبدئ قرنا للحكمة .

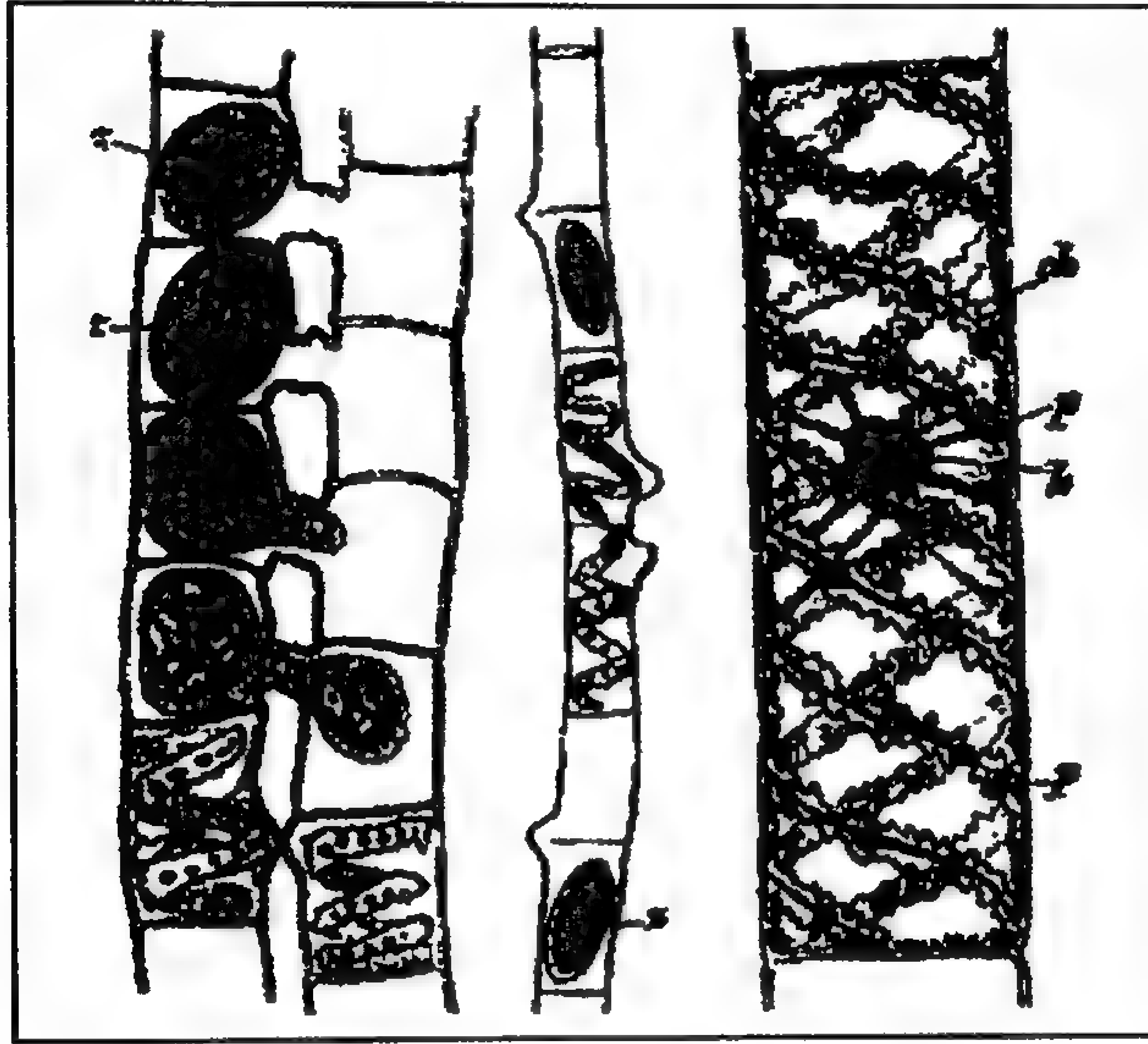
وقد شهد القرن السابع عشر مولد العلم الحديث ، وتقبل المجهر والتلسكوب ومبدأ التجريب . ففى ذلك القرن ، شاهدنا موجة لتصنيف النجوم والكواكب والمعادن والكائنات الحية والرحلات الاستكشافية العظمى التى فتحت آفاقا جديدة واسعة من استغلال الموارد والاكتشافات. وخلال القرن التاسع عشر، كنا نتعرف على تركيب

الحياة ، وماهية علوم الطبيعة، كما ازدهر علم الكيمياء الصناعية. وفي القرن العشرين ، شهدنا اكتشاف تركيب المادة: الألكترونات، والقوة النووية، والحواسب (الكمبيوترات) ، وتم كشف النقاب عن طائفة كبيرة مبهرة من تقنيات التحليل. كما جلب معه نظريات جديدة ملهمة فى علم الفلك ، وفى كيفية تسخير الكيمياء لأغراضنا . كما بدأنا فى بحث تركيب المادة الحية ، وفى فك طلاسم كيمياء الحياة . ولأول مرة قمنا بزيارة العوالم الأخرى .

ويبشر القرن الواحد والعشرون بنمو متفجر من الاكتشافات العلمية ، وكنا غالبا ما تختلط علينا الرؤية بما هو علمى حقا. فالكثير مما يجرى الآن على أنه علمى، هو فى الواقع تقنى (تكنولوجى) ، والآن ، وقد أصبحت لدينا تقنيات حديثة فى التنقيب عن المعلومات فى كيمياء الحياة ، ونقوم باكتشاف حقائق ثورية عن جيناتنا، فإننى أعتقد أن الحاجة الملحة هى تجميع كل هذه المعلومات فى أنماط علمية يسهل على كل امرئ فهمها، ولا يزال العلم حتى الآن يعمل من منطلق الاختزال ، وغالبا ما نفقد رؤية الصورة الأكبر نتيجة لغوصنا فى دراسة التفاصيل الأدق فالأدق ، ولذلك نحتاج إلى طريقة لفهم الموضوع فهما يربط الاكتشافات المشتتة معا، ويصوغها فى نسيج من الحقيقة، ويتم ذلك بتجميع خيوط الاكتشاف من المجالات العديدة المختلفة ، وبذلك ، يمكننا أن نبدأ فى رؤية الكيفية التى تسير بها الحياة كما تجرى فعلا، ويوفر ذلك فرصة جديدة للإلهام المذهل والمجرد ، إذ أنه لا شيء أكثر إدهاشا من جلال الحياة .

ولكننا بصدد مشكلة أن الجمهور يمول العلم من خلال إدراكه لغرضين - ليس فقط ليستمر العلم فى طريقه، ولكن لأنهم مضطرون إلى تحمل تغيراته المتلاحقة . ويدفع الجمهور كذلك الأموال فى الفن والرياضة والسياسة والاقتصاد ، بينما يمتاز العلم بأنه مقاوم للنزول على رغبات الناس . فبينما لابد من نجاح المشروعات الكبرى فى المجتمعات الإنسانية، وإلا فقدت الدعم ، وإذا لم تتنبه هذه المشروعات إلى رغبات الناس فهى معرضة لقوى التغيير ، فليست هذه الحال بالنسبة إلى العلم ، فالناس ببساطة يتحملون ذلك، وفى بعض الحالات يستمتعون بالجديد منه، حيث يبصرهم بأمور حياتهم التى تنشأ عادة من الأخطار الجديدة التى تفاجئنا، وينشأ التباعد بين الجماهير والعلم عن عدم قدرتها على متابعة ما يجرى ، أنت تعلم عن حفر القمر وطريقة عمل النظام الرقمى، كما تعلم كذلك عن الخلايا الحية ، لكنك لا تستطيع أن

ترسم واحدة ، وعندما تعرض على الجمهور رياضة أو رقيقة حاسوب فى إعلان تجارى بالتليفزيون ، فعادة تصور متقنة ، فإذا ظهرت جراثيم أو خلايا جلدك فى الإعلان فكل ما نشاهد هو ثرثرة صور متحركة مع كاركاتيرات ضخمة للطبيعة، وبالرغم من أن كل فرد معرض للميكروبات ، إلا أن قليلا من الناس هم الذين لديهم فكرة عن مظهر هذه الميكروبات ، وكذلك فنحن مكونون من خلايا حية ، ومع ذلك ، فقليل من الناس من لديهم فكرة عن شكل الخلية الحية .



شكل (١)

التكاثر الجنسى بين النباتات وحيدة الخلية : يحتوى الطحلب المائى المسمى"سبير وجيرا" (إلى اليمين) على بلاستيدات خضراء حلزونية ، وظيفتها اقتناص طاقة الشمس . ويظهر هذا الحفر الفيكتورى بوضوح ، أن الخلايا تنمو فى سلاسل ، وخلال الخريف يمكن أن ترتبط خليتان متلاصقتين معا (إلى اليسار) من خلال أنبوبة تتكون لتوحد بين خلايا كل خيط فتهاجر الخلايا الذكرية من خلال هذه الأنبوبة لتتحد مع الخلايا الأنثوية (أقصى اليسار) ، مما يبين أنه حتى هذه النباتات الدقيقة تعتمد فى تكاثرها على الجنس فى إعادة ترتيب جيناتها .

ولا يساعد تسجيل العلم الناس على فهم مضمونه دائما ، فببساطة ، نجد أن المقالات العلمية لا تحتوى فقط على أخطاء ، ولكنها حافلة بطبقات من الأغلاط ، وكل غلط يؤدى إلى ما بعده ، فتعرض الصحف اليومية تقارير عن ميكروب القولون المعروف باسم ***E-coli*** على الرغم من أن الطريقـــة الصحيحة الوحيدة لإظهار الاسم مطبوعا فى الصـحيـفـة هى أن يكتب هذا الاسم والرقم المصـاحب له بالأحـرف المائلة هكذا : ***(E.coli.157)*** وبذلك تخطئ الصحيفة فى كتابة اسم الميكروب بنفس الطريقة فيما لو كتبت اسم «**bill-clinton**» أو «**tony- blair**» بدلا من «**Bill Clinton**» و «**Tony Blair**» فى حين يدل ذلك الصفر (٠) بين ***E coli*** و ١٥٧ على الحرف «**O**» الأمر الذى يشكل خطأ من جهة الصحيفة. فإذا حملت نشرات الأخبار فى التليفزيون خبرا عن هذا الميكروب قد تسمعهم يصفونه بالفيروس المميت، وحتى لو كان هذا الوصف بالمميت خطأ، فهو ميكروب بكتيرى وليس بفيروس. وتجلب الكتابة عن جرثومة ممرضة واحدة طبقات متراكبة من سوء الفهم يؤدى كل منها إلى المزيد من التخبط . ولا يبقى أمل فى تفهم الناس لهذه الموضوعات عندما تكون هناك أخطاء عديدة من هذا النوع فى وسـائل توصيل المعلومات الصحيحة إلى القراء والمشاهدين . وإلى أن يتم فهم هذه الموضوعات ففرصة الناس قليلة للبدء فى التأثير على العلم والسياسة العلمية ، فلدينا مثلا فى الوقت الراهن مسلسلات من الانفعالات المبالغ فيها، فنستسلم للرعب إزاء قصاصات من معلومات عن نعجة مستنسخة ، بينما كنا نخلق أنواعا جديدة منذ أعوام ، وبينما تشكل الجراثيم المكتشفة حديثا مادة إخبارية، فمن الصعب على أى إنسان أن يعرف ماهيتها. وتحاول معظم العلوم المبسطة الإشارة العابرة إلى الأسماء اللاتينية؛ فعلى سبيل المثال ، تحتشد مراكز بيع نباتات الزينة فى الأسواق الكبيرة (السوبر ماركت) بأناس ممن يهوون شراء هذه النباتات والعناية بها تماما كما يفعلون مع الأطفال، ولكنهم يرتعدون من الأسماء الديناصورية لهذه النباتات. ولذلك، حاولت قدر الإمكان تجنب استخدام تلك الأسماء، رغم أننى لست ضد ذلك عند الكتابة العلمية المتخصصة – ولذا ، يخلو كتابى هذا من المصطلحات المعقدة عن الخلايا وكيفية أدائها لوظائفها . وعلى كل حال، تحيل موجة الأمراض الحديثة أعمدة كثيرة فى الطب إلى ما يشبه كتالوجا للبستنة ، مع أن الأسماء اللاتينية هى جزء من الثقافة العامة .

ويتناول هذا الكتاب المنجزات فى علوم الحياة، ومجموعات من الموضوعات التى سوف يحتاج القارئ إلى معرفتها فى هذا القرن الجديد. ويتقبل كل امرئ فكرة صعوبة

متابعة العلم ، ولكننا كذلك لابد أن نواجه حقيقة أن معظم العلماء يفشلون فى فهم الجمهور، فهم يتصرفون كما لو كان لهم الحق فيما يفعلون غير آبهين بترك الناس تجد بطريقتها ما تريده . وتحل الأمثال فى الحياة العامة محل الحقائق ؛ ففى اجتماع منذ زمن قريب قام المحاضر بتذكير الحاضرين بأن تدريس العلوم للصغار أمر بالغ الصعوبة، وهذا أمر مناف للعقل، فأعضاء المجتمع الصغار يجدون العلم مشوقا، وهو مفهوم جديد يعزز الفكرة عن الأسلوب الذى ينظرون به إلى الحياة، فهم معتادون على مخرجات عصر العلم (المضادات الحيوية والحواسب) ، ويستخدمون العلم يوميا فى شئونهم الحياتية (من آلات صرف النقود فى البنوك الشخصية إلى التليفونات المحمولة)، وهم يضحكون حتى على ذلك، وفى الكوميديا البريطانية التى تسخر من المعتقدات التقليدية لكل المطبوعات الشبابية، نجد أن جونى إرتبانز يحوز جهازا لفصل وتحليل الغازات جعله والده ملائما للإنذار بانبعاث الغازات الكريهة الرائحة ليهربا قبل أن يحرجا الأسرة . وفى فيلم للصور المتحركة ظهر عالم فى معطفه الأبيض ينظر خلال مجهر على مائدة فى وسط مرعى حينما جاءه صغير يسأل : «أخبرنى يا أستاذ كم لك من الزمن تعمل فى هذا المجال؟». ويلقى المهرجون فى نوادى الكوميديا نكاتا حول الجينات والثقوب السوداء فى ثرثرتهم ، بينما أصبحت الروايات المثيرة المبنية على العلم فى التليفزيون محببة إلى نفوس المشاهدين الصغار، وكذلك بعض الأفلام الناجحة نجاحا متميزا مثل (حديقة الديناصورات) ، و (جيمس بوند) حيث تؤسس الخطوط القصصية على العلم ، ومنذ أن وضع توماس دولبى علي لسان بطله ماجنس بايك كلمات : «أعمتنى بالعلم» ، أصبحت علامة مميزة للمشهد الموسيقى المحبوب .

ويقوم صدام كبير – خاصة فى الولايات المتحدة الأمريكية – بين العلم والدين، حيث يبدوان كطرفى نقيض غير قابلين للتوفيق بينهما، لكن لا يمكن أن يكون هذا الكلام صحيحا ، فإذا كانت التصورات الدينية تصر على أن أنصار فكرة الخلق يدافعون عن الإيمان، فلمَ لا يتقبلون فكرة التطور؟ وبما أن الخالق قد خلق كل شيء، فبالتالى ، خلق التطور. وكثير من أصحاب السلطات العلمية يصرون على أن المعرفة بالتعقيدات فى الخلية الحية تدمر الغموض والإحساس بالدهشة اللذين قد يمارسهما شخص علمانى .

ولكن ليست هذه هى القضية ، فعندما تمسك بإحكام بآلية فى الخلية الحية ، يمكنك أن تبدأ فى تقدير عجائب الحياة ، فتضيف حقيقة أن نظاما مدهشا من أزهار

الربيع والفراشات المرفرفة تتطور من تلك الشفرات البسيطة وتلك الكيمياء الأساسية ، وتضيف إلى الإحساس بالعجب الذى يشعر به كل من يعمل فى علوم الحياة .

ويشوش الاعتقاد المتنامى بموت نظرية الخلية ، مع خلو مفهوم الخلية من المضمون – على حد قول إحدى المطبوعات – حقيقة الخلية كمركز للتركيب والعمل، وعلى العكس ، فأنا أعتقد أننا يمكننا فهم أنفسنا فقط كتعبيرات عن الخلايا التى نتكون منها، فكل ما نفعله هو انعكاس للخلايا المنفصلة التى تجعلنا ألحانها الراقصة ما نحن عليه. واليوم، ينظر إلى الخلية على أنها نظام كيميائى ملىء بالقوة والنشاط، فيتلقى الشباب معلومات عن الحامض النووى «دنا» (DNA) والإنزيمات، ولكنهم لا يرون إلا قليلا من تعقيدات الحياة، وكثير من العلم الحديث لا يعد من هذا النوع المتعمق، فهو عبارة عن تكنولوجيا معملية ذات نظام كثير الاختلاف ، فالتقنيون الذين نخطئ بوضعهم فى مصاف العلماء، يقومون بتحليل المكونات فى الخلية ويسجلون ما يرون، بيد أن هذه الطريقة لا تؤدى إلى فهم الحياة حولنا بشكل كلى ، ولا بد أن يصبح هذا الفهم مهمة العلماء فى الألفية الثالثة. فالحياة مبنية على الأنشطة العلمية التى تؤدى إلى اتخاذ القرار داخليا بواسطة الخلايا التى يتكون منها محيطنا الحيوى . وهى لا تزال تنظم هذا العالم . فالحياة هى هيكل القدرات العديدة، فيمكنها بناء أجنحة وأطراف لكائنات تستخدمهم فى التحليق والطيران، وكذلك البحث عن العصى التى تبنى بها المنازل والحوائط الحجرية للحماية ، كما تصنع كرات زجاجية رقيقة ذات دقة بالغة التعقيد، ولا تتردد فى التضحية بأنفسها لصالح جنسها، وبعكس الإنسان ، تستطيع هذه الكائنات أن تنظم معدلات تكاثرها طبقا للكمية المتاحة من الغذاء ، ويستطيع الكثير منها تخليق كبسولة فضائية مختومة بطريقة سحرية تعيش لفترات طويلة عند حدوث تمزق فى البيئة المحيطة بها، فمن الأكيد أن هذه الخلايا تملك إحساسا بتلك البيئة، كذلك لدى بعض الميكروبات القدرة على الإحساس بجاذبية المغناطيس أو الرؤية لمكان توجهها .

ويستهوينا النظر إلى الأميبا، وهى الكائن البسيط الذى يزيد قليلا عن نقطة من البلازما التى يحاكى تعقيدها حقيقة تعقيد الحياة، فتعقيدها لا يخفى مع كونها مضغوطة. وتتكون الأميبا من رأس وذيل يحويهما كيس ، وتحاول البحث عن طريقها لخارج هذا الكيس ، ويمكن لأى شخص بمساعدة عصوين ورباط مطاط أن يعرض لكيفية سير الإنسان، ولكن الأكثر صعوبة ، عرض نموذج لقدرة خلية أميبا مائية على

التكاثر، بإيجاد وقبول شريك جنسي، وأحيانا ، لكي يتم الاتحاد بأعداد كبيرة لتكوين جسم كبير تتجه باحثة عن مكان للتكاثر.

وهذه هي الطريقة التي يمكن بها المزاوجة بين هذين المفهومين المتعارضين لخلية البيضة حديثة التلقيح، حيث تمثل تلك النقطة الصغيرة المسماة بـ(الزيجوت) ، بذرة لحياة جديدة تتكشف منها كل الخلايا المتخصصة مكونة كائنات عديدة الخلايا عن طريق تفعيل وظائف متخصصة من بين جملة خلايا الكائن، بينما تكبت تلك الوظائف غير الملائمة لذلك العضو وترسلها إلى مكانها الملائم. ويمثل التكشف التتابع الطبيعي للتطور – في خلية تجمع القدرات المتعددة لصفات الكائن الموائمة له من الناحية العملية، بعكس فكرة الاختزال .

وأعتقد أننا يمكننا البدء في مناقشة قضية تقهقر مفهوم الخلية والانتقال إلى عظمة الكائنات عديدة الخلايا ؛ فقدرة الخلايا العديدة على بناء مجتمعات كما يفعل الناس، تقدم منظورا مقدسا لصور الحياة الأرقى، فيمكننا عن طريق فهم نظام عمل الخلية استقراء ذلك النظام في الأجناس عديدة الخلايا ، كما يمكننا من دراسة ذلك النظام في الخلايا الوحيدة أن نضع تصورا لنموذج المجتمع، فكل ما يحدث من الكائنات الحية هو تعبير عن وظائف تقوم بها الخلايا الوحيدة التي يتكون منها هذا الكائن؛ وعلى سبيل المثال، نجد حيوانين من نوات الأهداب أثناء قيامهما بالحصول على الغذاء يقطعان ذلك فجأة ويقوم أحدهما بالتزاوج مع آخر يتعرف عليه ويختاره ، مما يعكس سلوك الرغبة والتزاوج، تماما كما في الكائنات الأكثر تعقيدا .

وإذا كان الخلود يبهرك ، فاعلم بأن الجنس الإنساني لا يموت في هذه الدنيا، فمثلا؛ تعيش الكائنات وحيدة الخلية في البرك بنظام يشبه نظام الخلايا الجرثومية ، أي البويضة والحيوان المنوي، فاستمراريتها في البقاء ، هي التي تخلق الجيل التالي الذي يحمل مادتنا التي تتجدد وتعيش بعدما يدركنا الموت .

ونحن نمثل المرحلة التي يتم فيها تكوين البذرة أو الجرثومة التي يعتمد عليها بناء تلك الخلايا البسيطة، ولو أنك ركزت اهتمامك على الخلايا الجرثومية للإنسان ، لوجدت أنها تسبح في حساء ، مثلها مثل أنواع الميكروبات منذ آلاف السنين ، فإنما نحن طور ساكن من أجسام مثمرة أدركتها الشيخوخة لتواجه قدرا محتوما ومحزنا من توريث صفاتنا للجيل التالي، ومثل الناس في هذه الدنيا كمثل القشرة المستهلكة للثمرة،

المزودة بخلايا جرثومية لتتابع البقاء وتظل خالدة ، وهذا هو واقع نوعنا الإنسانى ، حيث تزيد مادة الخلايا عن أعدادنا ، بحيث إذا انتهت الحياة الإنسانية غدا، فلن يكون الفرق ملحوظا بسهولة فى كوكبنا ، أو من مراقب فى كوكب بعيد .

وقد طورت الكائنات قدرتها على التمييز بين أفراد نوعها والأفراد من الأنواع الأخرى، منذ أقدم وأبسط صور الحياة، وكان هذا مما لا غنى عنه للبقاء، فهى صفة تشكل خاصية أساسية تميز الكائن الحى من الميت ، مثلها كمثل التكاثر والإخراج والتنفس، فتحتوى الكائنات الحية على جينات تسمح لها بالتعرف على الفروق بين نفس النوع والأنواع الأخرى المخالفة ، ويمكن ملاحظة هذه الخاصية حينما يأتى الوقت لاختيار الشريك، إذ يظهر الكائن القدرة على رفض الطراز غير الموافق له. وتملك الخلايا قدرة بالغة الدقة على تمييز الأغيار، وتستطيع بواسطة نظام المناعة التخلص بقوة من أنواع تلك الخلايا .

وتوجد نفس هذه النزعة إلى رفض الأفراد الذين لا ينتمون إلى نفس النوع فى كل مجتمعات الكائنات الحية. وعلى سبيل المثال، سنرى أن النحلة تستطيع الاهتداء إلى خليتها فى خضم اضطراب الجماعة. ويمكن التمييز بين أنواع الحشرة القافزة (النطاط) المتشابهة فى الشكل، عن طريق اختلاف الأصوات التى تنبعث عن احتكاك أجنحتها بأرجلها. ويشكل هذا الرفض الغريزى للنوع المخالف أهم الخواص الأساسية للحياة، فهو المفهوم الموحد الذى يشمل علوم الحياة، مما يجعلها المنطقة التى يمكن عندها أن تلتقى النظرية المنهجية مع تطبيقاتها حتى على العلاقات بين الدول. وكذا يمكن لعلوم الحياة أن تقدم فهما لجذور الصراع الإنسانى . والذى أريد أن أظهره هنا أننا يمكننا فهم أنفسنا فقط إذا اعتبرنا أن تصرفاتنا هى تعبير عن خلايانا التى نتكون منها ، فكل ما نفعل هو انعكاس لسلوك الخلايا الوحيدة التى تجعلنا تداخلاتها الموسيقية ما نحن عليه .

ويتألف الطريق إلى فهم الجينات من خطوات أطول مما قد نتخيل، فقد بدأت منذ آلاف السنين ، حينما سجل الكتاب القدماء طرزا غير متوقعة من الوراثة وبدأوا فى تربية الأنواع المستأنسة التى تعتمد عليها الزراعة الحديثة . وقد تم اكتشاف الخلية عام ١٦٦٣ ، ثم بدأ إعداد خرائط الصبغيات (الكروموزومات) قبل الحرب العالمية الأولى ، ومن قبل ذلك، كان العلماء يدرسون طبيعة الحامض النووى «دنا» ، وتحفل القصة كلها

بالمفارقات والشخصيات التى عملت وتحدت التعليمات التى كانت سائدة فى ذلك الوقت. وفى بعض الأحيان ، كانت تعمل تحت ظروف شحيحة الإمكانات ، مع الضغط العدائى من *السلطة المعنية* . وتتميز *هذه القصة الطويلة بالتنافس الشخصى* ، وكذلك بالتجرد للعلم وطلب المعرفة. وكانت النجاحات كبيرة القيمة، فقد منحت جوائز نوبل للعلماء الذين عملوا فى الميدان ، وأحيانا كانت المكافأة المالية تقسم بين زملاء عملوا فى نفس المجال (فى إحدى المرات اقتسم الجائزة أب وابنه فى نفس الفريق البحثى). ويعنى هذا التأكيد على البنية الاجتماعية للبحث العلمى فى ذلك الزمن الكثير لنا الآن، فلا يتعلم تلاميذ المدارس فى هذه الأيام إلا القليل عن الحياة، وكذلك الحال بالنسبة للمراهقين الأكبر سنا ، فهم ضائعون فيما يختص بمعرفة النباتات والحيوانات المحيطة بهم. وقد تم استبعاد الفهم الكامل للحياة حولنا بتحويل الموضوع القديم عن «دراسة الطبيعة» إلى «دراسات بيئية»، كما تم ملء الفراغ الذى نجم الآن بمنهج «البيولوجيا الجزيئية الحديثة فيما حولنا» فى المدارس. ولعل أبسط وأغنى الخبرات الحيوية التى يمكن تقديمها لطفل هو منظر الخلايا الحية تحت المجهر، فنقطة ماء من بِركة ، هى أكثر المشاهد إذهالا، ولكننا قليلا ما نعمل للكشف للناس عن ماهية الخلايا نفسها ، بالرغم مما نعلنه عن قدرتنا على النفاذ إلى الآلية التى تعمل بها الخلية؛ فالخلية الحية، هى المفهوم الأساسى الذى أسست عليه الحياة على الأرض منذ بدأ تكشُّف أصناف الخلايا فى الوجود، وهذا هو المفتاح الحقيقى الهام فى هذا الصدد ، وقد حان وقت استخدامه لتحرير المعلومات المتعلقة بالخلايا وعرضها على جمهور جديد من المشاهدين .

والآن ، أود أن أتقدم إلى مرحلة تالية ؛ فهذا الكتاب يعرض منظورا مقدسا للحياة، ويتساءل عما إذا كنا سنضع معرفتنا الجديدة فى المكان الصحيح من منظومة المعرفة، فحقيقة الأمر أن الحياة كلها تسهم فى التعبير عن النزعات الشائعة ، فنرى كيف يتم تعرف الخلايا الوحيدة على بعضها ، وكيف تتصل ببعضها ، بنفس ما يحدث بين الآدميين ، ويظهر جليا فى النزاعات القبلية والصراعات العرقية ، وما إلى ذلك ؛ وبذلك ، فإن استمراريتنا مسطورة فى جيناتنا . وتقوم الجينات بخدمة مجتمعات الخلايا ، فهى بعيدة كل البعد عن الأنانية ، ويشبه أحدهم تخيل وجود الجين فى خدمة الحياة بالتظاهر بأن العطلات اخترعت من أجل جوازات السفر ، وليس العكس ؛ فالحياة معقدة بدرجة أكثر من أن تفسرها تلك الأفكار البسيطة ، فيمكن لجين مسيطر

أن يحيلنا أناسا آليين. وعلى أى حال، لا تعكس هذه الفكرة الغامضة عن «أنانية الجين» الحقيقةالتى يمكننا ملاحظتها، فبينما كنت أكتب هذا التقرير، قرأت تقاريرَ صحفية عن قطة شجاعة ناضلت لتشق طريقها خلال لهب حريق شب فى أحد المنازل كى تنقذ قطيطاتها، وقد فقدت كل فروتها تقريبا ، كما أصيبت بحروق بالغة لم يكن منتظرا معها أن تشفى ، بعكس ما حدث، وهذا كفيل بهدم نظرية «الجين الأنانى» التى لا تملك الرد على هذه الواقعة ، فقد كان يمكن أن تتصرف القطة تصرفا أفضل مما فعلته ، بأن تمكث بعيدة عن النار ، ثم تنجب مزيدا من القطيطات فيما بعد ، فى حين أنها عندما حاولت إنقاذهم خاطرت بالهلاك معهم فى النار، وبذلك كانت ستقضى على صفاتها وصفاتهم الجينية، التى تعزى إليها الشجاعة التى أظهرتها ، إذا كانت هذه الصفات محكومة بجين ، مما كان سيؤدى بهذا الجين إلى الانقراض ، حيث إن القطط الجبانة التى تجنبت النيران هى التى تستمر سلالتها فى البقاء ، وسوف ينكر أنصار «الجين الأنانى» أن الجينات هى التى دفعتها إلى هذه المخاطرة الرهيبة، ولكن هذا يستلزم بعدا إضافيا سحريا، فلو لم تخاطر القطة ، لبقيت سليمة، والجينات التى كانت ستمنعها من البقاء على قيد الحياة، بالجرى فى النار، كان مصدرها رفيقها ، والد القطيطات . ولمناقشة أن هذه الجينات قد أثرت على أفعالها قد يفترض نوعا من السلوك المرضى ، الذى لا يقوم عليه أى دليل ، فلو كانت الجينات «أنانية» ، لدفعت الأم إلى الجرى والاختفاء ، وربما يموت النسل ، ولكن الجينات الأبوية كانت ستحفظ للمستقبل ، ولكن كان من الممكن أن يموت الكل بالمخاطرة بإنقاذ الصغار ويتم تدمير الجينات معهم .

وتحفل الثقافات الشعبية غالبا بأصداء ثقافة العصر، حيث أصبح «الجين الأنانى» مفهوما عصريا حين طغت أخلاقيات الأنانية والتركيز على الذات على العلاقات الشخصية، وتدعم نماذج الحاسوب هذه الأخلاقيات ، إلا أنه يجب ألا يقودك هذا للاعتقاد بصحة هذه النظرة ، فنماذج الحاسوب ليست إلا نتاج تصميم آدمى وتعمل كنموذج نظرى، فهى ليست مبنية على حقيقة ما يحدث فى العالم، ولو أنها تكون أحيانا على علاقة به ، ولكن الحقيقة المجردة ، هى أن مجرد مواءمة نموذج ما للنمط السائد لا تصلح كدليل على أن هذا النموذج يقدم التفسير الصحيح .

وسوف نرى أن «الإيثار» هو مفتاح لعامل يشكل دافعا للسلوك فى الحياة ، وأعتقد أن الطبيعة الإنسانية غنية بنبض العطاء الذى يميل العصر الحديث إلى شجبه بقسوة .

وسوف نستعرض فى هذا الكتاب الأدلة المؤيدة للافتراض الذى سبق وضعه فى القرن التاسع عشر ، القائل : بأن التطور الحديث للخلايا التي قطعت فى تكشفها شوطا بعيدا كان قد حدث، بينما كانت الخلايا الأسبق وجودا تبدأ فى التواجد معها فى نفس الغلاف، فلا تزال الميتوكوندريات - التى تعمل كمخزن لطاقة فى الخلية - تحتوى على آثار من الجينات البدائية - ولكن فقد معظمها، فإذا كانت هذه «الجينات الأنانية» ضمن بعضها لكانت أكدت تكاثرها لا اندثارها ، فعلة وجودنا هى إكثار هذه الخلايا ، وعلى ذلك ، فليس الجين أكثر من أحد مكونات تسليح هذا الكائن، ولكن ليس بسيده .

ولا تقوم الحياة على مجرد تفاعلات كيميائية منفصلة وقابلة للتعريف ، بل توجد فى الجلال المزدهر للخلية الحية ، التى يتكون الإنسان من مجموعاتها ، وهذه المجموعات هى التى تتحكم فى طبيعتنا، فتعزى هوية الشخص إلى الخلايا الحية التى اندمجت لتكوّن الجيل الجديد ، الذى يصبح أحد أفراده الشخص الجديد . ولما كان الإنسان يتطلع إلى الخلود منذ عهد بعيد، فالآن، يمكننا أن نرى أننا كنا دائما خالدين ، حيث لا موت للخلايا المتكاثرة.

وأعتقد أن سلوكنا ليس إلا انعكاسا لنزعات كل خلية فى أجسامنا ، ولهذا ، فإن طبيعتنا الإنسانية غنية بأكثر من صدى لسلوكها .

(٢)

اكتشاف الخلية

بدأت قـصـة الخليـة فى أبريل ١٦٦٣، على يد شـاب يدعى «روبرت هـوك» (١٦٣٥-١٧٠٣)، عندما كان يعمل على مجهره الجديد تحت رعاية الجمعية الملكية بلندن. ولد «هوك» فى جزيرة «وايت»، وتعلم فى لندن وأكسفورد، حيث أصبح مساعدا لروبرت بويل، الكيميائى الرائد، وانتقل فى العشرين من عمره مع بويل إلى لندن، حيث عينته الجمعية الملكية الجديدة معيدا، وفى مارس ١٦٦٣، عندما كلف بالقيام بإجراء عروض مجهرية أسبوعية،كانت فاتحة لعصر جديد من العلم .

كان هوك شابا مُجداً ورجل صناعة مسئولا عن بعض الأعمال الابتكارية الدقيقة، التى أثمرت القانون المعروف باسم «قانون هوك» والذى يفسر سر مرونة الزنبرك، ولم يمض أسبوعان على تعيينه حتى عرض فى إحدى محاضراته طحلبا تحت المجهر، ونشر نقش هذه الصورة فى كتابه المشهور «ميكروجرافيا» فى عام ١٦٦٥، حيث تحتوى الرسوم وريقات الطحلب، مرسومة بوضوح متقن، وتبين تكون الوريقة من وحدات دقيقة موحدة الأبعاد ، تشبه قوالبَ من الآجر فى حائط .

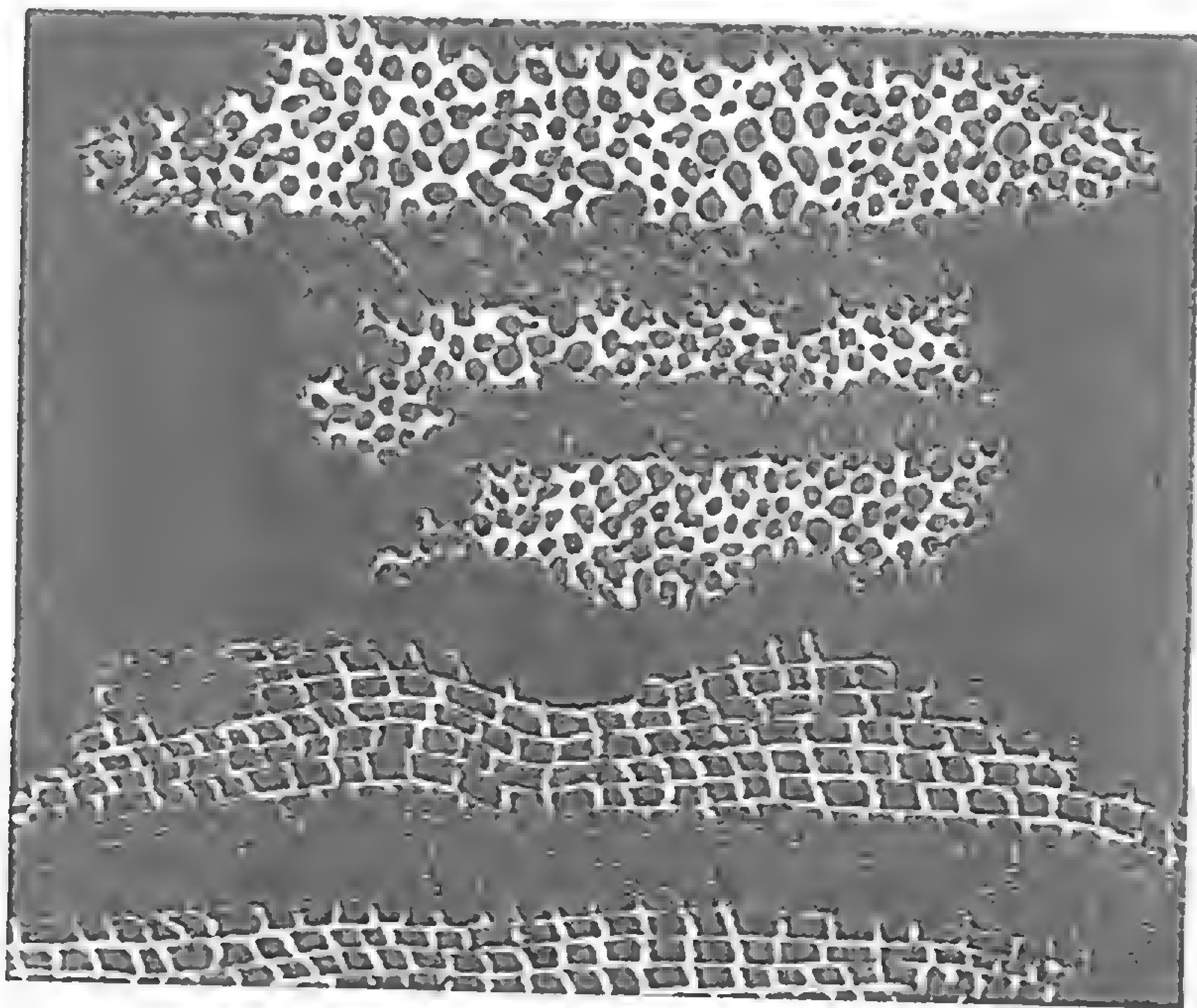
ثم عاد للأسبوع التالى فى ١٣ ابريل ببحث آخر يبين التكوينات الدقيقة لتلك الوحدات، وفى هذه المرة أعد قطاعا دقيقا فى فللين غطاء زجاجة، وكانت أشكال تلك الوحدات تشبه غرفا مربعة دقيقة، فسماها لذلك «خلايا» أو «زنزانات»، وهذا هو المصطلح المستخدم الآن فى علوم الحياة، وفى نفس الوقت، ضمن علمه فى كتابه الضخم «الميكروجرافيا»، الذى يمتد ٣٠ بوصة فى الطول ويزن ٣ أرطال ومطبوع بتاريخ ١٦٦٥، رغم أن توزيعه الفعلى تم فى أكتوبر من العام السابق، وذلك لأن هوك كان قد خطط قبل الشروع فى تأليفه، لبعض الدراسات للسوق، ليتأكد من غياب أى احتمال لصدور كتاب منافس، ربما يدمر فرصته فى بيع الكتاب، وبذلك عُدّ هوك أسرع بائع .



شكل (٢)

اكتشاف الخلايا الحية فى عصر يوم ٨ أبريل ١٦٦٣ عرض روبرت هوك رسما لقطعة من طحلب الحائط لزملائه بالجمعية الملكية فى لندن ، موضحا فيه وجود خلايا حية، مصفوفة معا مثل قوالب الأجر، حيث بشر هذا المنظر الطبيعى بعصر جديد للعلم ، فهو يعطينا انطباعا مباشرا عن الحجم الحقيقى للخلايا يتناسب مع حجم الطحلب الصغير والمألوف لمعظم الناس .

ويحوى هذا الكتاب عددا من صور الرسوم باللغة الحيوية (تتضمن دراسات لعدد من الموضوعات المؤلم تناولها ، بما فى ذلك البراغيث والقمل) ، على صفحات بلغت من الكبر أنها لا بد أن تطوى مرتين ليغطيها الغلاف. وقد كتب أحد المشترين، وهو صامويل بيبى، فى مذكراته: أن هذا الكتاب هو أفضل من أى كتاب آخر اشتراه، فقد جلس ليلة ونصف ليقرأه، وساعده على ذلك أنه كان يملك مجهرا منذ التحاقه بالبحرية. وبلغ هذا الكتاب من النجاح درجة أنه أعيد طبعه للمرة الثانية فى ١٦٦٧، وبعد ٧٠ عاما أعيد طبع الرسوم المحفورة تحت اسم «ميكروجرافيا رستوراتا» مع طبعات أخرى أعقبتها فى ١٧٤٥ و ١٧٨٠، ثم تلتها طبعات أخرى تم إصدارها عن الكتاب الأصلى بالفاكسميلى فى القرن العشرين، مما جعل هذا الكتاب من أنجح الكتب العلمية على الإطلاق .



شكل (٣)

تسمية الخلية هذه دراسة للخلايا منحتها اسمها الحديث ، وتظهر قطاعا دقيقا من الفللين (مقطع باليد باستخدام شفرة حلاقة)، وقد صاغ روبرت هوك هذا الاسم في أبريل بينما كان يعرض مجهره الجـــديد أمام الجمعية الملكية بلندن، وقد تم طبع رسم هوك الدقيق فى كتابه المشهور «ميكروجرافيا Micrographia».

وبعد صدور هذا الكتاب بفترة وجيزة ، وبينما الكتاب فى ذروة شهرته ، كان تويننس ليفنهوك (١٦٣٢-١٧٢٣) ، ابن لزوجة تاجر منسوجات عاش فى النرويج - وهو رحالة هولندى، يبحر فى نهر التايمز لزيارة عمل فى لندن - وكان يستخدم عدسة مكبرة لتقييم جودة النسيج - فلما أخذ بجمال لوحات نماذج القماش فى كتاب «الميكروجرافيا» والمكبرة تكبيرا ثلاثى الأبعاد ، بحيث تشبه إلى حد بعيد الصور الحديثة الناتجة عن المجهر الألكترونى ، انفتحت شهيته لتطوير هذا المجهر اليدوى ، حيث وصف هوك فى مقدمة كتابه كيفية اختراع هذا المجهر الصغير المزود بكرية زجاجية قاعدية تعمل كعدسة ، كما أن التكبير الناتج - حسب قول هوك - كان أكبر بكثير من ذلك الذى أمكن الحصول عليه بالمجهر المركب العادى الذى كان يفضل استخدامه رغم أنه كان غير مريح فى الاستعمال ، إذ كان لابد من إمساكه قريبا من العين . وبدأ ليوفنهوك فى السنوات التالية إجراء التجارب على نفقته ، فى نفس الوقت الذى كان فيه يزيد من إتقان تصميم مجهر هوك، بأن يصنع العدسات من مصهور كريات زجاجية . وقام ، إثباتا لبراعته ، باستخدام بعض القطاعات التى حضرها هوك ليظهر تفوق مجهره الجديد على ذلك الذى اخترعه الرائد الإنجليزى ، ثم أحال هذا الاكتشاف إلى الجمعية الملكية بلندن بخطاب مؤرخ فى أول يوليو ١٦٧٤ .

وحانت فرصته الكبرى فى أغسطس من ذلك العام التى «وجدها»، بينما كان يبحر عبر بحيرة بيركلو فى مياه مليئة بنموات ميكروبية من تلك التى تكثر فى الصيف، والتى كانت ترجع - طبقا للاعتقاد المحلى السائد وقتها - إلى تجمد الندوة العسلية (إفرازات المن) خلال الأمسيات الباردة. وجمع ليوفنهوك بعض عينات منها فى أنابيب زجاجية وفحصها فى اليوم التالى تحت أفضل ما لديه من المجاهر اليدوية، فرأى ما غيّر نظرتنا إلى الطبيعة، فأمام حملقة عينيه المندهشتين ، كان عدد ضخم من الأحياء الدقيقة يسبح ويلتوى ويدور ، بينما كانت أحياء أخرى ترقد ساكنه ، وتتلألأ المكونات الداخلية لأجسامها فى الضوء . واستمر يراقب هذا المنظر غير العادى حتى أدركه التعب ، ولما لم يستطع أن يرسم تلك الكائنات بالقلم الرصاص استأجر رساما ليرسم ما يراه فى الشرائح رسما مفصلا ، وتحمس الفنان الشاب لهذا العمل إلى درجة أنه كان يتم تنبيهه بانتظام ليكفّ عن الحملقة ويستأنف عمله. وبذلك كان ليوفنهوك ومساعده الرسام (غير معروف الاسم) أول من درسا عالم الكائنات الدقيقة فى العالم .



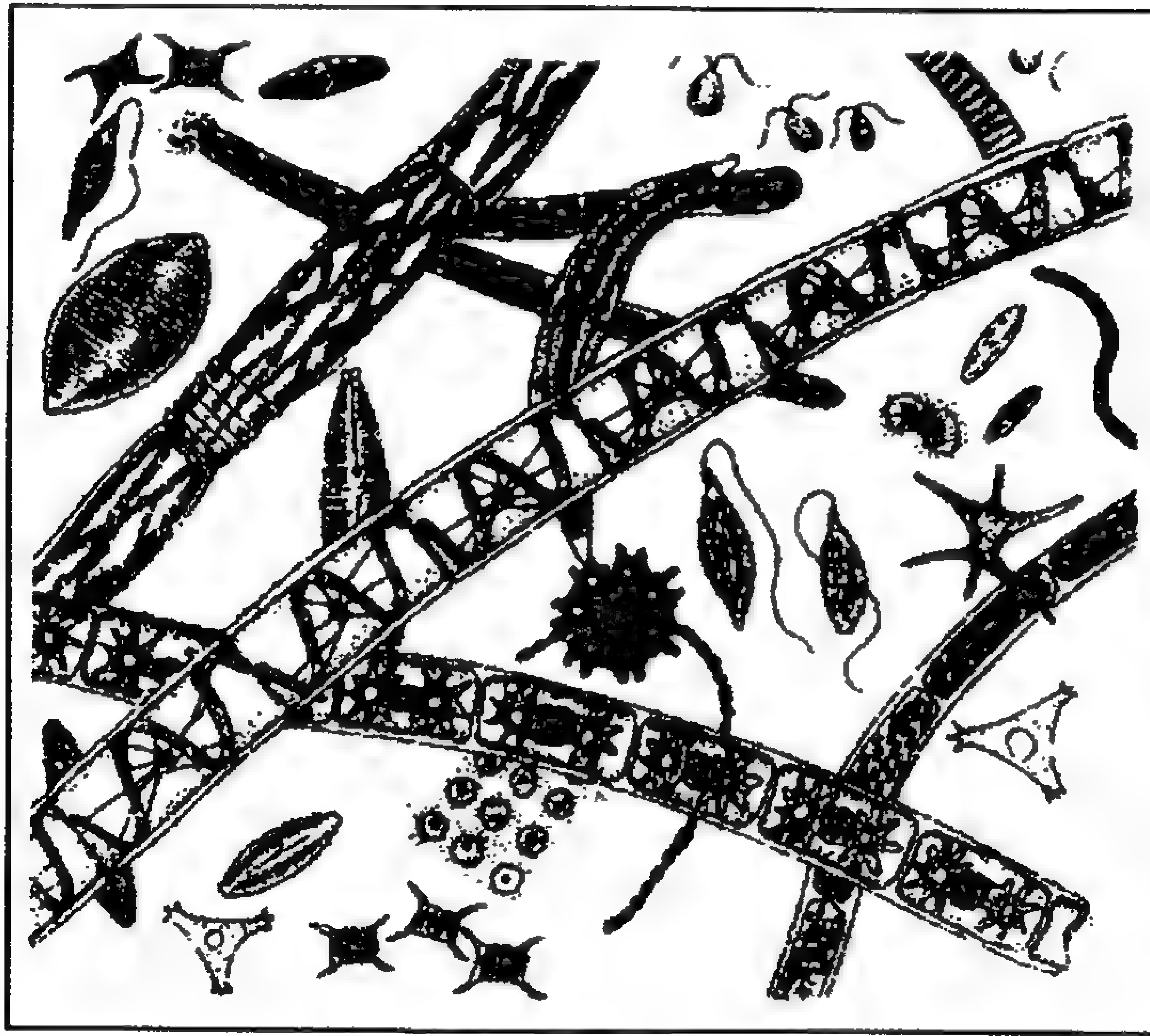
شكل (٤)

مستعمرة من الحيوانات الدوارة، مرسومة فى ١٩٠٥ وصف ليوفنهوك هذه الحيوانات باستفاضة، وتتكون أجسام هذه الحيوانات الدقيقة من خلايا عديدة رغم أنها غير كثيرة ، فبعضها لا تزيد خلاياه عن مئة، ويعيش هذا النوع عادة فى البرك والحفر ، حيث يمد أذرعا دقيقة يصيد بها فرائسه، وتتصف هذه الكائنات باحتوائها على غلاف هلامى واضح تختبئ فيه عندما يتهددها خطر أحد المفترسات .

كما اكتشف ليوفنهوك بمفرده ، المتعضيات (الفرطيسات) والطحالب ، والدوارات والحيوانات المائية البسيطة ، وحينئذ بدأ فى وصف البكتريا، فكان هو الشخص الذى وهب العالم علم الميكروبيولوجيا الحديث ، فلم تكن تلك التراكيب الداخلية مما لاحظه هوك ، لأن العالم الذى اكتشفه ليوفنهوك كان يعج بالكائنات المجهرية الدقيقة .

وتعود ليوفنهوك – كإنسان راشد– استخدام الاسم الأول «أنتونى» ، وحين أصبح أكثر شهرة ، أضاف إلى اسمه اللقب الذى يستخدمه النبلاء فى وطنه ، وهو «فان» ليكسب نفسه إحساسا أكثر بالسمو. وقد زاره الكثيرون ممن أرادوا أن يشاهدوا

أعمالا أكثر ، ومن ضمنهم حكام بريطانيا وروسيا ، كما انتخب عضوا فى عديد من الأكاديميات العلمية الشهيرة ، فكان أنتونى فان ليوفنهوك أول عالم كائنات دقيقة فى التاريخ. وتدين الطريقة التى نصمم بها تجاربنا اليوم – لحد بعيد – إلى الإلهام الرائد لذلك العالم، الذى كان ذهنا متفردا ذاتى التعليم ومستقل التفكير ، وكان يتجنب التدريس للطلبة ، ولم يحدث أن ألقى محاضرات عامة، فقد كانت رؤيته من البساطة بمكان – فالناس لا يرغبون فى تقبل ما شاهد – كما أنه كانت لديه أشياء لينجزها بدلا من أن يضيع وقته فى توضيح «أنه يعلم أنه على حق» ، على حد قوله، وكذلك كان .



شكل (٥)

الكائنات الحية فى عينة من ماء بركة ، هذا هو نوع أول عينة من التى لاحظها ليوفنهوك في السبعينيات من القرن السابع عشر، حيث تظهر خيوط عديدة من الطحالب الخضراء عبر الصورة، وكذلك بعض الكائنات وحيدة الخلية (قرب المنتصف) تتميز بأهداف تشبه الأسواط ، تستعملها بنشاط فى السباحة، وكذلك توجد الدياتومات والطحالب الأخرى المخروطية الشكل فى حركة دائبة ، منزلقة عبر مجال الرؤية، وكان هذا المشهد فاتحة بالنسبة لليوفنهوك فى مواصلة دراسة العينات حتى أصابه الإجهاد .

وأصبح شراء مجهر صغير، خلال الجزء الأخير من القرن الثامن عشر، مظهرا من مظاهر مواكبة النمط العصرى للحياة، وذلك بفحص أعاجيب حياة الكائنات الدقيقة التى تعيش فى البرك. كما أصبحت «الهيدرا» من الموضوعات المحببة للهواة، حيث يشعر مشاهدها بالدهشة إزاء ملاحظة مجساتها الرقيقة وهى تمتد برشاقة فى الماء لتمسك ببراغيث الماء مستخدمة خلايا مدهشة التعقيد، تبرز حرابا مسنونة تشبك بها الفريسة بسرعة خاطفة على خيوط تشبه أسلاك الصلب. ويبلغ طول جسم هذا الحيوان سنتيمترا واحداً، ويتكون من أنبوبة مجوفة من طبقتين من الخلايا، وقد درس ليوفنهوك هذا الحيوان «الهيدرا» ورسم صورته الرسام الذى يعمل معه فى ديسمبر ١٧٠٢.

وخلال الأربعينيات من القرن الثامن عشر اتخذ فيلسوف شاب يدعى أبراهام تريمبلى (١٧١٠-٨٤) من الهيدرا موضوعا لدراسته، وكان قد عين فى سن الثلاثين من عمره معلما لطفلى الكونت الهولندى بينيتيك - سيد مقاطعة «هاج»، وكان إذ يستخدم المجهر فى تدريسه، مبهورا بهذه المخلوقات الدقيقة، فلاحظها ورسمها بدقة، وأجرى تريمبلى سلسلة من التجارب الجادة التى تبدو لنا اليوم غير عادية بالنسبة للزمن الذى أجريت فيه، فقد قام بإجراء تطعيمات رائدة على الأنسجة، وأظهر الكيفية التى تستطيع بها الهيدرا تجديد نفسها من جزء بسيط من النسيج المكون لها، وعرض كذلك الطرق التى يمكن اتباعها لصبغ الأنسجة، وكيف يمكن لحيوان بلا عيون أن يستجيب للضوء. وكذلك وصف السيتوبلازم الذى تتكون منه الخلايا. ومنذ ذلك الحين تم نسيان تريمبلى نسيانا تاما، فغاب اسمه مثلا من كتب المراجع والموسوعات البيوجرافية. وقد نشرت تجاربه الاستفسارية فى ١٧٤٤ بالفرنسية حتى عنوان «مذكرات باحث فى الماء العذب» فى جنيف، حيث طبعت حديثا ترجمتها باللغة الإنجليزية، وهو كتاب جميل ملىء بتجارب متميزة، ويمكنك فى هذا العمل أن تجد العديد من الإشارات إلى عصر منتظر لازدهار علوم بيولوجيا الخلية فى المستقبل.

وقاد الاهتمام المتزايد بحيوان الهيدرا إلى تطوير أول مجهر ناجح الاستخدام على المنضدة، فالمجهر كأداة مستحدثة ليس جديدا، بل كان متاحا منذ أوائل القرن السابع عشر، بيد أن مهارة صناعته بأيدى روبرت هوك والعديد من الرواد أدت إلى تلك الاكتشافات العلمية، من خلال استحداث المجاهر ذات التكبير العالى. ولا يزال ذلك المجهر المصنوع من النحاس الأصفر الذى كان مستخدما فى ذلك الوقت ذا نفاسة تزيد قليلا عن نفاسة التحف المعتادة، حيث كانت أجسام المجاهر الأضعف فى قوة

التكبير تصنع من الخشب والورق المقوى ، وتنـار بمصباح بدائى مثبت على عمـود ، فلم يكن هذا بالتصميم الذى يمكن تحديثه إلى شيء مفيد، أو استخدامه فى إجراء بحث جـاد . وقـد غيرت الهيـدرا كل ذلك ، فقد كان تريمبلى معتادا على فحص عيناته بعدسة يدوية، وغالبا ما كان يضع هذه العينات فى كمية قليلة من الماء ، يمكن أن تسعها راحـة يـده المنقبضة بشكل فنجان ، بينما يعالـج العينـة بإبرة ، ويلزمك كى تلاحظ هذا الكائن الدقيق تحت مجهر منضدى، مزود بآلة معدنية تتحكم فى البعد بين العدسات فتحصل برفق على التكبير المطلوب بدون هز الوعاء الذى يحوى العينة ، تفاديا لانقباض الهيـدرا وتكورها . وكان من الضـرورى أن يصمم مجـال الرؤية بحيث يتسع لحمل العينة فى زجاجة ساعة وأن يسمح بتكبير معقول ليمكن ملاحظة التفاصيل .

وفى غمرة هذه المتطلبات، قام هنرى بيكر (١٦٩٨-١٧٧٤) اللندنى، وهو أحد الهواة الذين درسوا «الهيدرا»، وابن زوجة النبيل دانييل ديفو، وكان معنيا بفلسفة العلوم البيولوجية التى لا تزال تهمنا إلى اليوم، بطرح أفكاره على صورة شعر هزلى نشر فى عام ١٧٢٧، مروع فى بعض أجزائه، وصف بأنه وضع «ليحفظ كبرياء الرجل»، على النحو التالى:

كل بذرة تتضمن نباتا ،ذلك النبات، مرة ثانية،

وكذلك البذور الأخرى التى تحتوى على نباتات أخرى:

تلك النباتات الأخرى لها بذور، وتلك البذور تحوى نباتات أكثر تتتابع.

لذلك نجد كل ثمرة، تحتوى هى نفسها على غابة من نوعها».

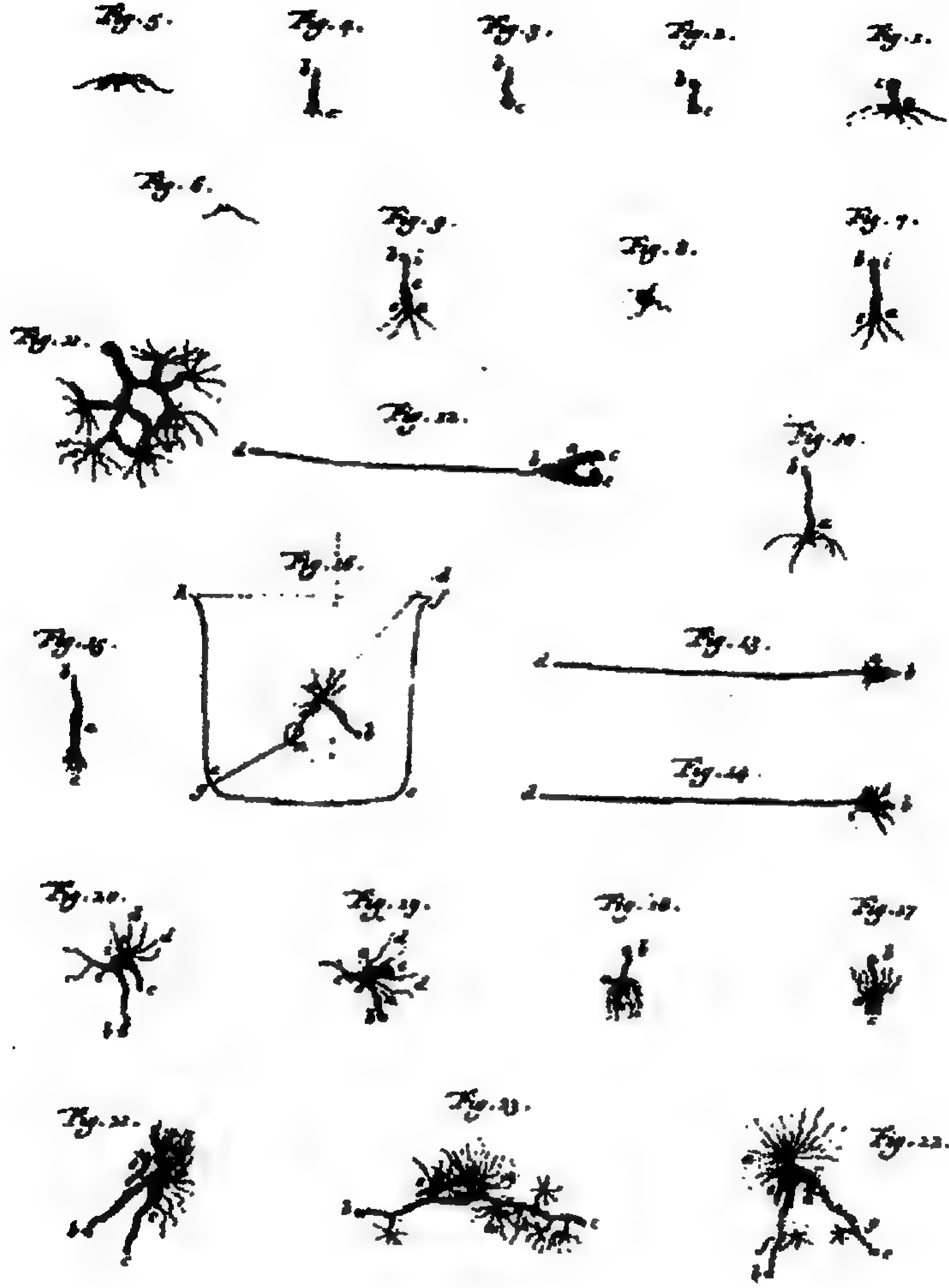
وقد عارض جوناثان سويفت هذا الشعر، ولكن بلطف، وكان ناقدا علميا مثمرا وشهيرا فى ذلك الوقت، حيث قال:

«وكذلك يلاحظ الطبيعيون برغوثا

بينما تفترس هذا البرغوث براغيث أصغر

والبراغيث الأصغر تعضها براغيث أصغر منها،

وهكذا يستمر عدد لا يحصى،



شكل (٦)

تجارب تريمبلى فى التطعيم أجرى أبراهام تريمبلى عديدا مـن التجـارب على حيـوان المـاء العذب المعـروف باسم «هيدرا» فى القرن الثامن عشر ، موضحا إمكان نقل وزراعة الأنسجة وتطعيمها ، وكذلك بينت تجـاربه أن هذا الحيوان الذى ليست لـه عيـون يمكن أن يستـجيب للضـوء ، وقـد أرفـق بنتـائجه الرسـوم التوضيحية المبينة فى هذا الشكل .

وهكذا كل شعر من هذا النوع ،

يتم عضه بواسطة الشعر الذى يأتى بعده»

وتم اقتباس واسع لنسخة مبسطة من هذا الشعر – على النحو التالى :

«البراغيث الكبيرة تحمل على ظهرها براغيث أصغر لتعضها، والبراغيث الصغيرة لديها براغيث أصغر، وهكذا إلى ما لا نهاية» .

وكثير من الناس يعرفون الشعر الأخير، ولكن القليل من الذين اقتبسوا ذلك المقطع الهزلى الصغير يوقنون أنه نابع من كتابات جوناثان سويفت، وهي تعكس الوزن الثقيل لما كان يشغل الناس فى ذلك الوقت، وقد أنهى بيكر شعره بما أسماه «فكرة مذهلة»، مختتما بأن ظهر آدم لابد وأن يكون قد حوى فى صلبه «ذريته الكبيرة» بما فى ذلك كل من كان وسيكون من الناس. وهذا هو اللغز المستمر الكامن فى علوم الحياة: كيف أمكن لجوهر المخلوق أن يعيد ظهوره فى الجيل التالى؟ وقد تخيل بعض الذين يعملون على المجهر أنهم رأوا «شخصا مجهريا، متناهى الصغر» داخل خلية الحيوان المنوى، وعرف هذا بأنه «نواة الإنسان» التى كانت الوراثة هى الطريقة الوحيدة لتخيلها .

وبذلك كان شعر بيكر محاولة منمقة للتوجيه إلى حل هذا السر، وفى نفس الوقت أرفق بشعره إحدى النكات الصغيرة التى يحب العلماء تمريرها إلى الأجيال التالية.

ساق اهتمام بيكر بحيوان «الهيدرا» إلى جون كاف، وهو صانع آلات لندنى ليسأله «عما إذا كان يستطيع أن يصنع له مجهرا من النحاس الأصفر بشرط ألا يهتز فيسبب صعوبة فى تثبيت وضبط البعد البؤرى»، فأجابه بالإيجاب، ولما أتم جون كاف صناعة ذلك المجهر وأعلن عن تصميمه الجديد فى عام ١٧٤٤، الذى كان عبارة عن مجهر ذى مزايا عديدة من التى يتطلبها البحث العلمي الحديث، من عجلة دوارة لضبط البعد البؤرى إلى مسرح صلب، وتبعه الصناع الآخرون فى هذا التصميم، بما فيهم جورج أدمز، الذى صنع أكثر المجاهر غرابة فى التاريخ، على وجه التأكيد، فقد صممه من أجل الملك جورج الثالث، فى باكورة القرن الثالث عشر، علي شكل آلة منمنمة بغزارة ومصنوعة من الفضة الخالصة، وقد أظهرت العائلة المالكة البريطانية اهتماما بالغا متواصلا بعلم المجهريات، الذى ظل هواية لطبقات المتعلمة لأكثر من قرنين، وظهر

هذا جليا فى المشاهد الموسيقية الكبرى التى ألفها إدوارد دالجار عن مجهر كبير من النحاس الأصفر يقف بالقرب من مجموعة من الشرائح مخصصة للفحص فى هذا اليوم فى كوخه الصغير الذى يطل على تلال المالفيرن بوسط إنجلترا.

وفى السنوات التالية تنافس العديد من الرواد فى البحث عن تفسير للغز الذى طرحه بيكر. وتحمس جون أليس (١٧١٠-٧٦) الإيرلندى المولد، البريطانى الوظيفة، والمقيم فى فلوريدا والدومينكان، فبينما كان يعمل على المجهر، رأى نسلا صغيرا مختبئا فى الخلايا الميكروبية، ولو كان قد نظر بإمعان لأمكنه رؤية الأحجام الدقيقة لأفراد أصغر تختبئ فى ذلك النسل، فكانت الحياة بالنسبة له أشبه بطبقات البصلة، فيمثل كل جيل، طبقة تورث صفاتها للطبقة التى تليها، أى للجيل التالى (تماما كما افترض بيكر). ولكن رفضت هذه الفكرة من جانب جيولوجى سويسرى - منسى إلى حد كبير - يدعى نيكولاس سوشور (١٧٦٧-١٨٤٥) من جنيف، فقد أظهرت ملاحظاته المجتهدة حقيقة أن الميكروبات تتكاثر بالانقسام، فكل منها ينقسم إلى اثنين، ولم يتقبل أليس هذه الحقيقة، وأصر على أنه إذا كان الميكروب يتكاثر بالانقسام، فذلك نتيجة للاصطدام ببعضها بالصدفة، وقد ذكر اكتشاف سوشور للإيطالى غريب الأطوار - لازارو سبالانزانى (١٧٢٩-٩٩) والذى كان متورطا فى معارضة أليس ومدرسته ومعاونيه .

وقد سجل الأخير ملاحظات هامة باستخدام شعرة دقيقة، لفصل الخلية المنفردة فى نقطة مياه تحت مجهره، فرآها تنقسم بعد فترة إلى نصفين ينموان وينقسمان ثانية، فأعاد التجربة مرة بعد أخرى وحصل على نفس النتيجة. وكان سبالانزانى شخصية مسرحية متوهجة، وقد عمل قسيسا لكى يؤمن لنفسه عملا، ولكنه كان يستفسر سرا عن كل ظل للمعتقدات السائدة، وربما سبب هذا نزاعه الأكبر مع القسيس الإنجليزى جون نيدهام (١٧١٣-٨١)، الذى عاش فى فرنسا معظم شبابه، واقترح نظرية أساسية فى عام ١٧٤٩ عن التكاثر الذاتى، وأعلن عن استعداده لإثباتها عن طريق التجربة، فقام بحفظ كمية من حساء محضر من لحم الغنم فى زجاجات وراقب كيفية ظهور الميكروبات مع مرور الوقت، كما لو كان ذلك بفعل ساحر، وقد أرسل توصيف تلك التجارب إلى الجمعية الملكية، التى انبهرت كثيرا بصفاء بصيرته. وكان ليوفنهوك قد انتهى إلى أن الميكروبات الحالية كانت قد انحدرت من ميكروبات أخرى منذ أحقاب عديدة سابقة، إلا أن نيدهام بدا وقد عزم على أن يقلب هذه الفكرة رأسا

على عقب ، حيث كان شديد الاقتناع بأن الميكروبات تكونت نتيجة لتكثف تركيز الحساء، وهذا هو السبب – في نظره – في أن الحساء الذى مكث فترة طويلة كان مليئا بالميكروبات .

وعند قيامه بتجربته، صب عينات من الحساء الطازج في زجاجة وأغلقها بإحكام، فرأى تحت المجهر – وخلال أيام – رأى تحت المجهر الحساء وقد أصبح حافلا بالبكتيريا، وليتأكد من صحة ما شاهده، سخن بعض زجاجات الحساء فى أفران متوهجة لقتل أى ميكروبات حية، فوجد أنها لا زالت تنتج محصولا من الميكروبات خلال أيام قلائل، وأعاد التجربة مستخدما أحسية من مادة نباتية فحصل على نفس النتيجة، وكان هذا كافيا لإقناعه بأن النمو الذاتي كان حقيقة.

وكان سبالانزانى قد استثير من هذا الهجوم على منطقه السليم، ولذلك عمل على أن يهدم مصداقية رجل الدين الإنجليزى، فأرجع السبب فى الذى ذكره نيدهام إلى حدوث تلوث بكتيرى، إذ ربما كان نتيجة ملامسة الحساء لبعض البكتيريا خلال إجراء التجربة، وربما كانت الحرارة غير كافية لقتل البكتيريا التى كانت موجودة مسبقا فى الحساء. وكانت التجربة التى صممها دقيقة، فقد استخدم سبالانزانى عددا من الزجاجات مملوءة بحساء الغنم، وأخرى ملأها بمنقوع محاليل غذائية مثل التى استخدمها نيدهام، وبدلا من ختم الزجاجات بسدادة فللينية قام بصهر أعناق كل زجاجة بحيث لا يمكن للميكروبات النفاذ لمحتويات هذه الزجاجات. ثم وضع الزجاجات لتسخن فى حمام مائى بينما ترك زجاجات أخرى فى ماء مغلى لبضع دقائق ووضع البعض الثالث فى ماء يغلى لعدة ساعات، وفى نفس الوقت – وعلى سبيل المقارنة – وضع عددا من الزجاجات مطابقا لعدد تلك التى قام بسد فوهاتها كما فعل نيدهام بالضبط، وحين جذب تلك السدادات وجد أن الزجاجات أصبحت غنية بالنمو الميكروبى، وقد فسر هذا بأن نيدهام وجد حساءه حافلا بالبكتيريا. ثم كسر سبالانزانى الزجاجات بفتح اللحامات التى كان يغلقها باللهب ووجد أن تلك التى سدت لفترة طويلة أصبحت معقمة وخالية تماما من أى نوع من الحياة وأصيبت واحدة من الاثنتين اللتين وضعتا فى الماء المغلى لعدة دقائق بالميكروبات، فتحقق سبالانزانى من أن بعض الميكروبات يمكنها تحمل درجات عالية من الحرارة، وبذلك أثبت نقطتين فى آن واحد: أولاهما أن نمو البكتيريا فى زجاجات نيدهام كان راجعا إلى عدم كفاءة تعقيمهما

وثانيتهما أنه أظهر أنه حتى الغلى قد لا يكون كافيا لقتل معظم الميكروبات المقاومة للحرارة .

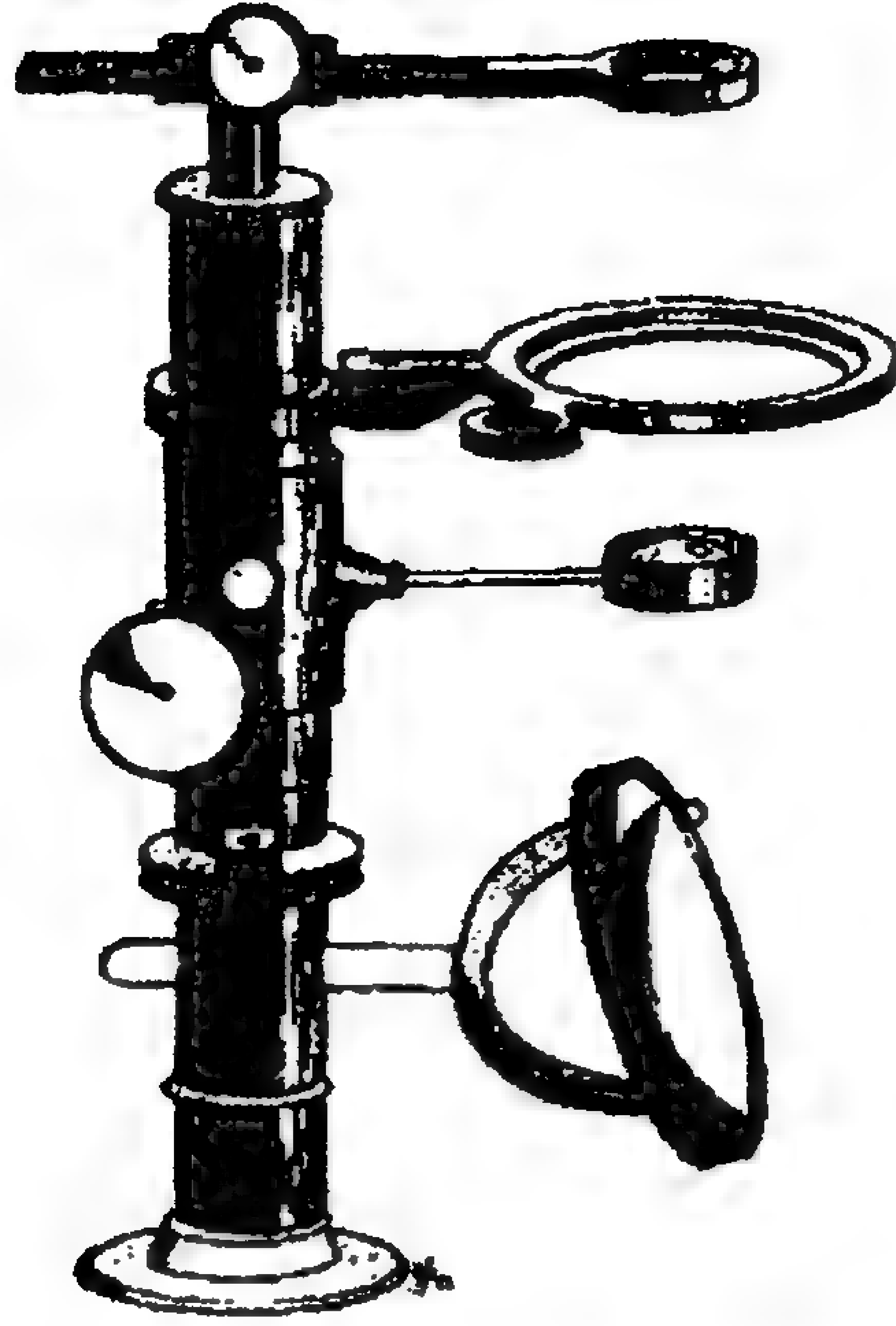
ولم يكن هناك خطأ فى التجارب، على الأقل- كما يبدو - ولكن نيدهام حصل على رأع ارستقراطى مزهو بنفسه، هو النبيل الفرنسى جورج لويس ليكليرك - كونت بوفون (١٧٠٧-١٧٨٨). وبدعم هذا الكونت، قام نيدهام بتقييم تلك التجارب والرد عليها بأن الحرارة التى استخدمها سبالانزانى قد دمرت «القوة الخضرية» الضرورية للانقسام الذاتى، وبالتالى، لم يحدث هذا الانقسام، وقد كان نيدهام محقا على طول الخط، فلم نعرف إلاّ الآن، كيف كان من السهل أن يتم تدمير «القوة الخضرية» للتكاثر بواسطة درجات الحرارة غير الملائمة. وسرعان ما نوقشت هذه الفكرة الجديدة عن «القوة الخضرية» بشكل موسع عبر القارة الأوربية بأسرها، ويبدو أنها ردت على نظريات سبالانزانى، ولذلك تم الاحتفال بنيدهام فى أوربا حيث كرمته أكاديمية العلوم فى باريس كما قبل عضوا فى الجمعية الملكية بلندن، وكان عليه هو وليكليرك أن يعلنا آراءهما لكل من يرغب فى الاستماع إليها.

ولم يسكت سبالانزانى ، بل صمم بعناية سلسلة من التجارب لدحض ما يدعيه نيدهام وليكليرك ، ومرة أخرى عامل عددا كبيرا من الزجاجات تماما مثل العدد الذى استخدمه نيدهام ، حيث احتوى بعضها على حساء الغنم بينما احتوى البعض الآخر على منقوع خضر مغذ ، وضع كلا منهما فى زجاجات غاية فى النظافة ومسدودة بسدادة جديدة لم يسبق استخدامها، ووضع بعضاً منهافى حمام مائى لبضع دقائق، وترك الأخرى فى الحمام المائى لمدة ساعة، بينما ترك مجموعة ثالثة تغلى برفق مدة يوم بأكمله. وبعد إنهاء التجربة بأسبوع قام باختبارها ، وقدم سبالانزانى براهينه بأنه إذا كانت «القوة الخضرية» موجودة ، فإنها كانت ستدوم بطول مدة التسخين ، ولكانت الزجاجات التى غليت لدقائق قليلة تحفل بأكبر كثافة من النمو الميكروبى ، بينما تلك التى تركت تغلى لساعات تخلو من ذلك النشاط. وكانت النتائج واضحة تماما، فقد وجد سبالانزانى أن درجة التلوث بالميكروب لا علاقة لها إطلاقا بطول زمن غلى الزجاجات ، وواضح أن النموات الميكروبية تسببت عن الميكروبات التى دخلت إلى الحساء المخمر وليس «بالقوة الخضرية» التى لا يمكن تفسيرها . وقد حاول سبالانزانى على أمل أن يحسم هذه المسائل إجراء ، ربما التجربة الأشجع على الإطلاق ،

فقـد أحضر كميات من البقول الجافة (من النوع الذى يستخدم فى عمل الحساء) ، وحمصها على صينية جديدة، وهذا كفيل بأن يدمر الآثار الباقية من «القوة الخضرية» الحساسة للحرارة، وأضاف بعضًا من الماء الحديث التقطير، وترك الحساء المصنوع من البقايا المسخنة ليتخمر، وبعد أيام قليلة كان المنقوع المحضر مليئا بالميكروبات. فشعر سبالانزانى بالثقة من نتائج هذه المعاملة المنفردة، إذ أنه أثبت أنه كانت هناك عدوى ميكروبية مختفية وراء الظاهرة وأن وجود «القوة الخضرية» التى ادعاها نيدهام مرفوض بالتأكيد ولكن نيدهام أطلق دفعة نهائية من النيران، فأعلن أنه لكى تكون «القوة الخضرية» فعالة ، لا بد لها من الهواء تحت ضغوط عادية! وحينما قام سبالانزانى بسد زجاجاته أتلف الهواء وأمكن لنيدهام أن يبرهن على ذلك ، لأن –على حد قوله – إذا أحكمت سد زجاجة كما فعل سبالانزانى، تستطيع سماع صوت اندفاع الهواء فى الزجاجة عند فتحها ، وأصر نيدهام على أن المشكلة كانت تكمن فى الضغط المنخفض للهواء داخل الزجاجة ، وكان على حق فيما ذهب إليه .

وبناء على وصف نيدهام، فقد أجرى سبالانزانى اختبارا ووجد حقيقة أن الأزيز ينتج عن اندفاع الهواء عند فتح إحدى الزجاجات المسدودة بإحكام ، وأظهر لهب شمعة أن الهواء كان يندفع فى الدورق الزجاجى عند فتحه، مما يظهر بوضوح أن الضغط داخل ذلك الدورق كان منخفضا داخل الوعاء المغلق. فهل يمكن أن يكون نيدهام على حق؟ ولما كانت هذه النقطة جديرة بالبحث ، فقد ملأ سبالانزانى مجموعة من الدوارق بالحساء ، كما فعل من قبل ، وفى هذه المرة أخرج السدادات من أعناق هذه الدوارق وعاملها باللهب حتى أغلقت تقريبا ولكن ليس تماما ، وأدى اتصال اللهب بأعناق الزجاجات إلى صهر زجاج هذه الأعناق ، وبالتالى ، إحكام إغلاق الدوارق بالزجاج المنصهر . وبعد معاملة هذه الدوارق الزجاجية بنفس المعاملات السابقة، فتحها باحتراس ولاحظ ما حدث للهب الشمعة. ولكن هذه المرة اتجه لهب الشمعة بعيدا عن فوهة الدورق ، دليلا على أن ضغط الهواء داخل الدوارق كان أعلى قليلا من الضغط الجوى . وبهذه المحاولة الختامية ، أحيلت فكرة نيدهام المستحوذة إلي الاستيداع ، فقد رفض سبالانزانى فكرة «التكاثر الذاتى» .

ومع بزوغ فجر القرن التاسع عشر ، انتشر الاهتمام بكل صور الحياة انتشارا واسعا بين المجتمع المثقف فكانت الحملات الاستكشافية العلمية الكبرى تأخذ طريقها ، وقام أحد العلماء الشبان المغامرين فى ذلك الوقت بإعطائنا ذلك الاسم الذى صكه من دراسته للكائنات المجهرية ، ألا وهو «نواة الخلية»، فقد تم اكتشاف أن الخلايا احتوت على نواة، على يد روبرت براون (١٧٧٣-١٨٥٨) وهو طبيب اسكتلندى قام برحلات إلى استراليا للبحث عن أنواع جديدة لحساب السيد جوزيف بانكس الذى كان قد رافق الكابتن الرحالة جيمس كوك فى رحلة حول العام على ظهر الباخرة «انديافور» خلال الفترة ١٧٦٨-١٧٧١ ، وتلتها رحلة استكشافية أخرى خطط لها مع المسئول عنها ماثيو فليندرز البالغ من العمر ٢٧ عاما، وبذلك أصبح الاثنان عضوان فى الفريق ، وفى خلال الثلاثة أسابيع الأولى له فى استراليا ، وصف براون ٥٠٠ نباتا، كلها تقريبا لم تكن معروفة للعالم من قبل ، وبينما كان يدرسها بمجهره وضع بعض الأفكار الجديدة ، فمثلا تحقق من أنك يمكنك استخدام التركيب التشريحى لحبة اللقاح لتساعدك فى تصنيف نوع النبات المزهر ، وهى الطريقة المتبعة اليوم، كما لاحظ الحركة الدائمة للجزيئات الدقيقة والتى تعكس اهتزاز الجزيئات فى المحلول ، وعرفت باسم (الحركة البراونية) ، ورغم أنها لم تكن مفهومة تمام الفهم فى ذلك الوقت إلا أنها قد فهمت حينماقام ألبرت اينيشتاين بتولى هذه المسألة، فحلها حلا رياضيا فى ١٩٠٥ ، ولا يزال الناس يشكون حتى يومنا هذا فيما إذا كان يمكن مشاهدة الحركة البراونية تحت تلك المجاهر الصغيرة ، وكما حدث مع ليوفنهوك، كانت هناك عدسة مكبرة وحيدة دقيقة ، ويبدو لكثير من الناس استحالة رؤية تفاصيل كثيرة بذلك النظام البدائى للتكبير ، ولكن لم يصمد هذا الشك المتسلط للفحص الضوئى المدقق. فقد نجحت بعد عدة محاولات فى أن أعيد بعث عدد من هذه الملاحظات إلى الوجود، مستخدما نفس الأدوات الأصلية وطابعا المناظر التى تمتلئ بها واضحة بدرجة مدهشة ، فالمجاهر التى استخدمها براون قد صنعت بواسطة اثنين من الصناع: أحدهما شركة بانلس (تخص الأب والابن) والثانى دونالد (عائلة من صناع الآلات) والاثنان متقنا الصنع وموضوعان فى صندوق من الخشب الماهوجنى حتى عندما لا يستخدمان .



شكل (٧)

المجهر الذى أظهر لنا النواة استخدم رويرت براون، الطبيب الإسكتلندى هذا المجهر ليدرس نواة الخلية، وقد صك هذا الاسم فى ١٨٢٨ بعدما لاحظ الأنوية فى خلايا زهرة الأوركيد .

وقد درس براون كذلك الحركة البراونية، وهو الاهتزاز المتواصل للجزيئات الدقيقة، والتى تتصل بحركة الجزيئات، ويشك الناس فيما إذا كان أمكنه رؤية هذه الأشياء، ولكنى أعدت هذه التجارب ووجدت أنه رأى بالتأكيد ذلك الذى ادعاه.

وهما مأخوذان عن تصميم جون كاف، وكل منهما مزود بمسرح يتحرك آليا وضوابط للتحكم لتحديد البعد البؤرى بالقوتين الكبرى والصغرى، ومزود بمكثف مركب تحت مسرح المجهر، ولا تزال هذه المجاهر تعد مفخرة لمن يستعملها، فبناؤها مصمم بنفس الفكرة التى يبنى عليها تصميم المجاهر الضوئية الحديثة. وقد كان رويرت براون مترددا بشأن أهمية النواة للخلية خلال عمله على نباتات الأوركيد، فقد صنع قطاعات رفيعة من نسيج تلك النباتات لفحصه تحت المجهر، وكتب مذكرات عما شاهده، طبعها على نفقته فى ١٨٣٢، ويصف براون فى إحداها كيف انبلج له هذا الاكتشاف الهام :

«فى فراغ كل خلية، يمكن ملاحظة جسم منفرد، وهو بصفة عامة أكثر عتامة من الغشاء الخلوى. وينتمى إلى كل خلية جسم واحد وهذا الجسم المنفرد يمكن أن يسمى بالنواة، ليس ضمن محتويات البشرة»، وقد مضى فى استخدام هذا المصطلح بالضبط كما لو كنا سنستخدمه اليوم، «نواة الخلية»، الذى تبين فيما بعد أنها ليست قاصرة على العائلة الأوركيدية، بل تظهر كذلك فى العديد من عائلات وحيدة الفلقة الأخرى. وفى خلال أعوام قليلة تم التحقق من أن كل الخلايا الطبيعية لها نواة، وشكلت هذه العبارة صكا هاما ميز علم الأحياء (البيولوجيا) الحديث. وبالرغم من أن هذه اللحظة كانت هى التى يجب أن يقدم فيها هذا المصطلح إلى العلم، فلم تكن هذه أول مرة يسجل فيها وجود الأنوية، فقد رسمها ليوفنهوك فى كتبه المنشورة بالرغم من أنه لم يلاحظ انتشارها في الطبيعة، ولذلك فلم يعطها اسما.

كان ليوفنهوك وبراون فردين عنيدين وواثقين من أنفسهما، ويمكنك أن تتخيل أن هذه هى الصفات المميزة للرواد فى علوم الحياة (البيولوجيا)، وبالرغم من أنه قد يظهر أن ما يحتاجه العلم بالضبط هو التفانى فى العمل الذى بين اليدين، فقد كانت هناك شخصيات متوهجة ومسرفة فى التحذلق ساعدت فى الكشف عن طبيعة الخلايا الحية. وكان ماتياس شيلدين (١٨٠٤–٨١) من بينا واحدا من هؤلاء، فمثله هو الذى أسس الفكرة الحديثة الذائعة عن «قوى بناء الشكل» التى شعرنا بها تفسر نمو البللورات من بلورات أصغر منها ومن نفس النوع – بنفس الشروط التى يتكون بها عضو الجسم فى جنين تام. وهذه النظريات التى تدور حول «قوة المجال» أصبحت سائدة فى السنوات الأخيرة من القرن العشرين، وقليل من الناس من يعلم أنها تدين بأصلها إلى عالم نبات ألمانى غريب الأطوار فى أواسط القرن التاسع عشر يدعى شيلدين، ولد فى هامبورج عام ١٨٠٤ كابن لأحد الأطباء البارزين، وبدأ شيلدين دراساته كمحام، فتدرب فى المحاكم العليا فى بلدته، ولم يصادف نجاحا فى هذه المهنة بسبب تقلب مزاجه، وبالتالى كان لا يعتمد عليه لدرجة أنه لم يستطع أن يستمر فى عمله، وفى إحدى نوبات اكتئابه انتحر بإطلاق الرصاص على نفسه، ولكن الطلقة لم تخترق جبهته التى كان قد ألصقها بالمسدس، وقد شفى شفاء كاملا من إصابته فى وقت قياسى. وقرر أن يصبح طبيبا، إذ كان مزودا بدرجته العلمية، لذلك تأهل فى الطب ثم درس الفلسفة الطبيعية التى منحته الدكتوراه الثالثة. وفى عام ١٨٥٠ عين أستاذا للنبات فى جامعة «يينا»، وكان ذلك هو المكان الذى بدأ فيه فى استعراض اكتشافات روبرت براون، فميز شيئا فات على

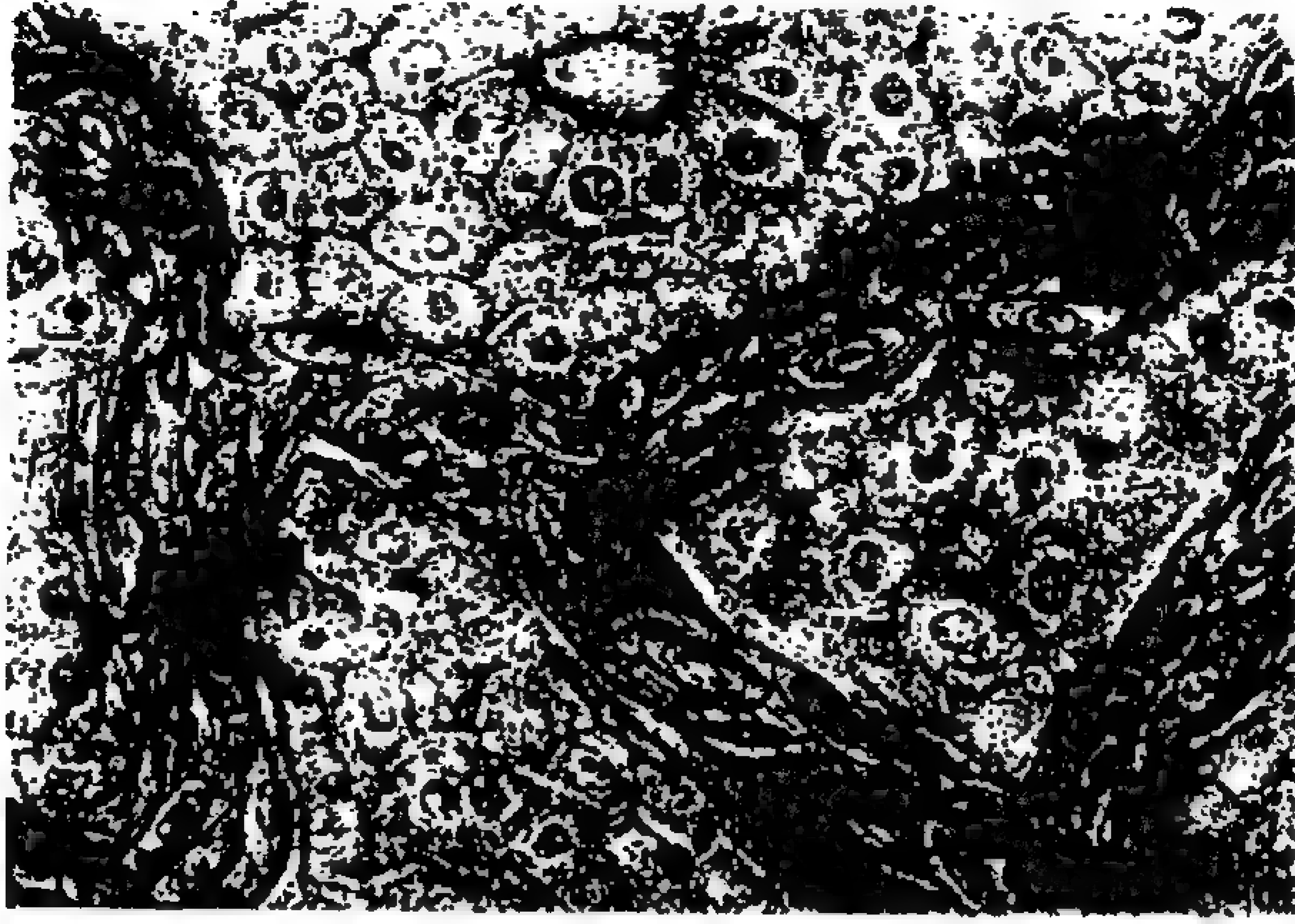
براون: أن النواة شيء نو أهمية بالغة ، وليس فقط معلما من معالم الخلية الحية ، وقد كانت بعض استنتاجاته خطأ (فعلى سبيل المثال ، اعتقد أن النواة تتلاشى عندما تصل الخلايا إلى البلوغ)، إلا أنه فى حالات أخرى ، توصل إلى تقدم فيما يتعلق بالمفاهيم ، فقد ميز أن النبات البالغ يتكون من مجموعة من الخلايا ، وقد فتح هذا المفهوم الباب لمنظورنا الحديث للحياة .

وقد امتدت نظرياته بواسطة تيودور شوان (١٨١٠-٨٢) الذى ولد فى قرية فى بروسيا الراينية حيث كان والده يبيع الكتب ، ودرس شوان الطب وحصل على درجة الأستاذية فى بلجيكا عام ١٨٣٩ ، وقد أدرك أن التعفن والتخمر يتسببان عن كائنات دقيقة، كما اكتشف إنزيم الببسين فى عصائر الجهاز الهضمى ، وحينئذ أخذ نتائج شيلدين وتناولها بالتوسيع لتصبح نظرية عامة للحياة – ومؤداها أن كل الكائنات تتكون من خلية أو أكثر .

وكذلك وصف انقسام الخلية الذى كان فى حد ذاته تقدما هاما ويظن أن نظرية الخلية قد انبثقت عن نتائج شيلدين وشوان ، وعلى أى حال فقد كانت وجهة نظرهما خطأ فيما يتصل ببعض النقاط الأساسية، فقد تخيل كلاهما أن الخلايا يمكن أن تنشأ من تكثف الرطوبة، وشارك شوان فى تصور أن النوى هو مرحلة انتقالية – وتظهر عندما تكون الخلية شابة وتختفى عندما تشيخ. صحيح أنك قد تجد نوى غائبة من الخلايا الميتة أو التى فى سبيلها إلى الموت ، لكن نوعا واحدا من الخلايا هو الذى يفتقر إلى النواة ، وهو الكرات الدموية الحمراء فى الثدييات ، وهى الأكثر شيوعا فى الجسم الآدمى ، وكثير من المخلوقات (مثل الضفادع) لديها خلاياحمراء مخروطية ، ذات نواة واضحة فى مركز الخلية ولكن كرة الدم فى الثدييات تفقد نواتها مع نضجها ، تماما كما أعلن شيلدين وشوان، وكراتنا الحمراء (على سبيل المثال) عبارة عن أقراص مفلطحة بجوانب مفرغة ، كما لو كانت تضع علامات فى موضع كتلة النواة فى الوسط .

وفى ١٨٦٩ عرف الكيميائى السويسرى جوناثان فريدريش مريشر مادة سميت «دنا»، (DNA) فى داخل النواة، بالرغم من أن أهميتها لم تكن قد اكتشفت بعد ، واقترب العلم من فهم أهمية نواة الخلية من خلال عمل عالم الحيوان السويسرى «رودلف كوليكر» ، الذى لم يعن على الإطلاق بالقاعدة التى تقضى بتكون الخلايا عن طريق «التكثف»، ولكنه نظر إليها باعتبارها مسألة قليلة الأهمية ، وبدلا من هذه القاعدة

ركز «كوليكر» على أهمية النواة للخلية ، وأهمية الانقسام الخلوى، وتقدمت آراؤه أكثر بواسطة «لودفيج فيرشو» من برلين ، الذى درس الطب ودفع بنظرية الخلية إلى التقدم ، جاعلا منها الخاصية الأساسية للحياة .



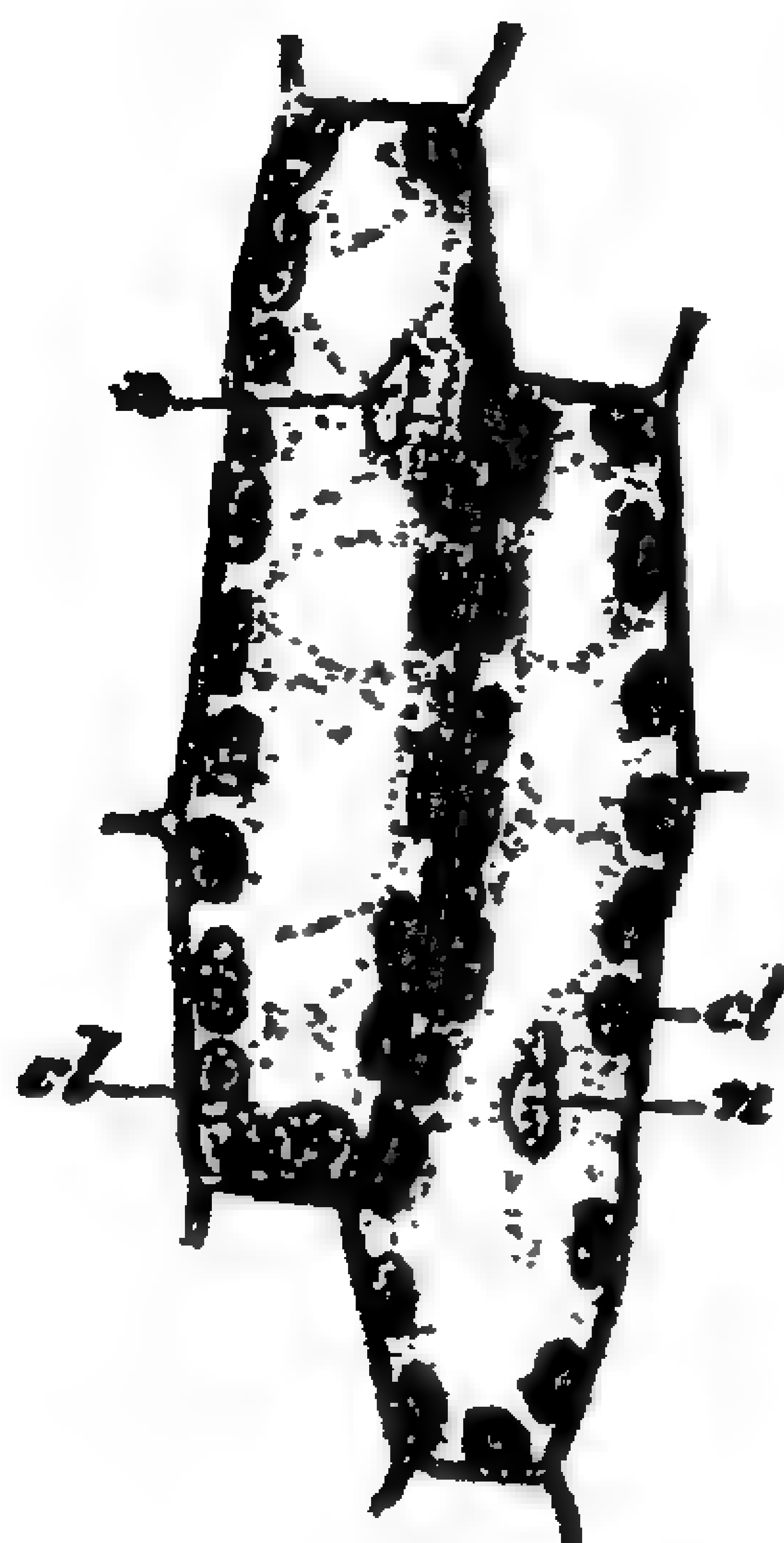
شكل (٨)

الخلايا فى النسيج الشبكى بقدم الضفادع الصغيرة كان شائعا حتى القرن العشرين – أن تجد رسما محفورا لصورة ضفدع مجهرية تصميم يدهش المشاهد لدرجة أنه يمكن ملاحظة التعقيد المدهش فى دورتها الدموية، وتظهر الرسوم المحفورة من العصر الفيكتورى الشعيرات الدموية الدقيقة محتوية الكرات الدموية (وعلي خلاف تلك التى فى الدم الإنسانى، فخلية الدم الحمراء فى الضفدعة تحتوى على نواة)، كما أن هناك ثلاث خلايا داكنة اللون فى مجال الرؤية، هى الخلايا الملونة تتمدد وتتقبض استجابة لمستوى قوة الضوء، وتساعد الضفدعة علي البقاء مموهة.

وكان «فيرشو» رائدا فى علم الأمراض ، فقدم الفكرة القائلة بأن المرض ناتج عن الخلايا ، وحينما أشاع «لويس باستير» نظرية «الميكروب المرضى» رفض فيرشو قبولها .

وقد تمت إماطة النقاب عن السر الثابت للوراثة على يد مجموعتين من علماء الحياة ، إحداهما مكونة من أولئك الذين كانوا يلاحظون الخلية ، من خلال ملاحظة بدء ظهور أنشطة الحياة ، وقد نشر «إدوارد ستراسبورجر» وهو أستاذ بجامعة بون – كتابا عن الخلايا عام ١٨٧٥ ، وفيه أعاد إبراز الفكرة القديمة بأن نواة البويضة النباتية تذوب بعد التخصيب وتتكون أنوية جديدة تحل محلها عن طريق التكثف، ولكنه مع ذلك غير رأيه بعد ٥ سنوات فى الطبعة الجديدة لكتابه، وفيه أنه بعد مراجعة ما كتب فى الطبعة السابقة، وضع مبدأ أساسيا من مبادئ بيولوجيا الخلية ، وهو : أن كل النوى

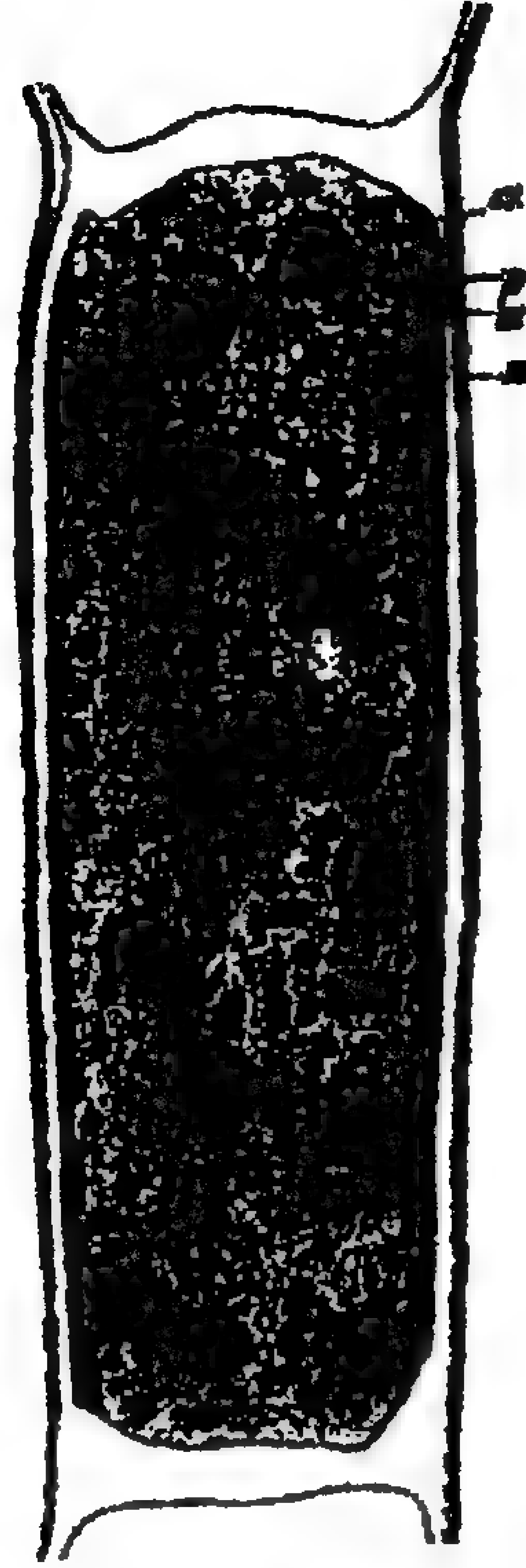
تنشأ عن انقسام النواة الموجودة مسبقا ، والتى لا تنوب ، وبالتأكيد الأنوية لا تتكون بالتكثف أو بأى عملية أخرى» .



شكل (٩)

كيف صور ستراسبورجر خلايا طحلب (السرخس) درس إدوارد ستراسبورجر، عالم النبات المعروف خلايا السرخس فى القرن التاسع عشر، وقد ظهر هذا الشكل فى كتابه الكبير «الكتاب المدرسى لعلم النبات»، وفى هذا الشكل نلاحظ أن كل خلية تحتوى العديد من البلاستيدات الخضراء (cl) ونواة واحدة (n) ويمكن مقارنة هاتين الخليتين بالخلايا التى درسها هوك لإعطاء فكرة واضحة عن الحجم الحقيقى لهذه التكوينات .

وفى ذلك الوقت قام كثير من العلماء بتدوين ملاحظات دقيقة عن الخلايا المنقسمة، وقد نشر «والتر فلمنج» (الذى عمل فى براغ، وفيما بعد فى كيل) أول كتاب له يشرح بوضوح الخطوات التى تحدث أثناء انقسام النواة، ولم يفته الشكل الشريطى الذى ظهرت به الأنوية أثناء انقسام الخلية، وشرح كيفية إنتاجها لأزواج متماثلة، ما لبثت أن سميت فى ١٨٨٨ بالاسم الذى نعرفها به اليوم وهو «الصبغيات أو الكروموزومات»، وهى تكوينات فى داخل النواة حيث تختفى الجينات. وسوف نعود إلي البحث فى هذه الموضوعات الهامة والمثيرة للدهشة فى الفصل (٨) .



شكل (١٠)

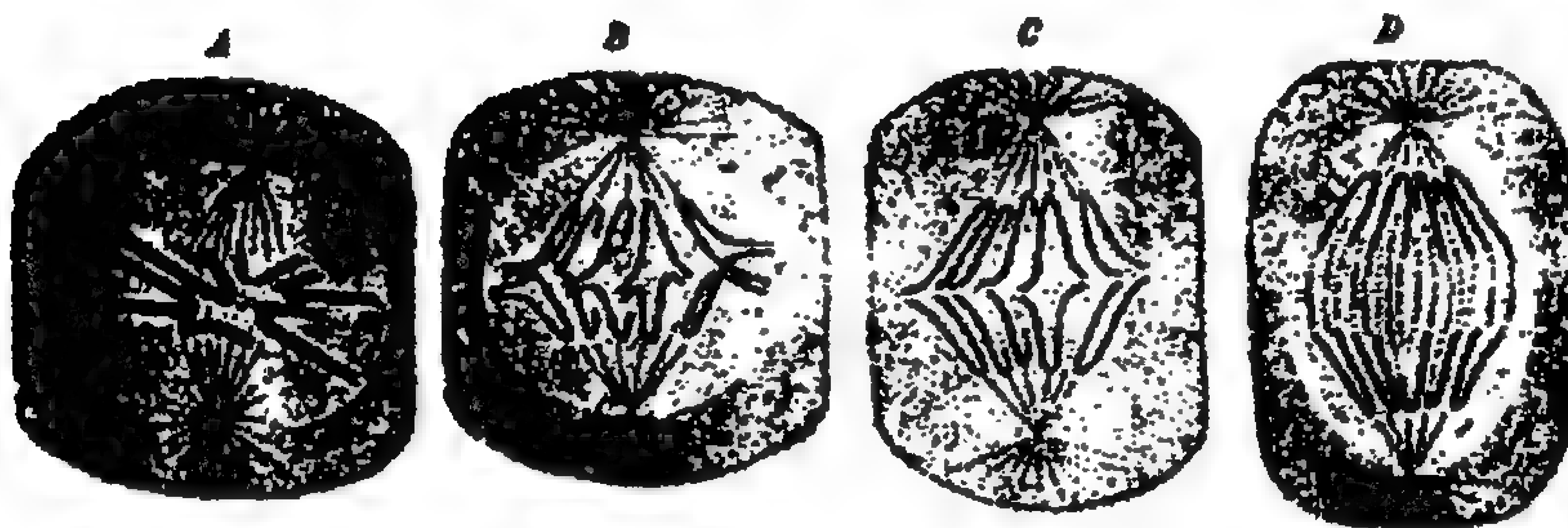
يمكن أن تحتوى الخلايا على عديد من الأنوية تنمو خلايا الطحلب المائى كلادوفورا الشائع تسميته باسم «شعر الساحرة» أو «حشيشة الغطاء»، كسلاسل من الخلايا مكونة فى الماء خيوطا خضراء تشبه الشعر، وكما استنتج ستراسبورجر بحق، فكل خلية تحتوى على عدد من الأنوية المنفصلة (n) وتحتوى هذه الخلايا كذلك على أجسام نشوية – بيرونويدات (n) حيث يتكون النشا والسكريات نتيجة للتمثيل الضوئى، يبلغ طول كل خلية وعرضها مثل طول وعرض الشعرة الآدمية .

وتألفت المجموعة الثانية من البيولوجيين التجريبيين الذين كانوا يلاحظون سلوك الكائنات، و فى عام ١٨٨٦ أعطى عالم نبات هولندى يدعى «هوجو ديفريز» (مولود فى هارلم عام ١٨٤٨) بعض نباتات زهرة الربيع المسائية التى قام بزراعتها فى حديقته، ولدهشته، أنتجت البذور الناتجة عن تلك النباتات جيلا جديدا من النباتات ذات مظهر واضح الاختلاف عن آبائها، فبعضها كان متقزما، والبعض الآخر كان يشكل أوراقه مختلفا عن تلك الآباء. وانتهى من بحث هذه الظاهرة إلى أن الأجناس يمكن أن تتغير

خلال طفرات مفاجئة وغير متوقعة، ولم يكن «دى فريز» يعلم أن ناسكا من مورافيا وهو «جريجور مندل»، البالغ من العمر ٢٦ عاما كان أسبق منه فى ذلك المضمار، حيث كان يجرى تجاربه على تهجين نبات البسلة، ولكنه ارتبك فيما يختص بحقيقة أنه يمكن فهم الصفات المتوارثة، كوجود منفرد ومستقل، وكذلك عند الإقرار بوجود الجينات. قام مندل بنشر اكتشافاته فى صحيفةغير مشهورة ، فلم تلق أبحاثه بصفة عامة اهتماما إلا فى السنوات التالية. وعندما قمنا باختبار ما توصل إليه بدقة أكثر، أصبح من الواضح أنه قد غش فى نشر نتائجه، فهى بعيدة كل البعد عن أن تكون صحيحة ، فالنظم الطبيعية تعرض المظاهر الدقيقة التباين التى غابت من نتائج مندل، وواضح الآن أنه علم أنه على حق، وأن الوراثة بنيت على تلك الوحدات غير القابلة للانقسام المسماة بالجينات ، ولكنه لم يكلف نفسه مشقة إجراء التجارب التى كان عليه أن يجريها. وبدلا من ذلك ، لفقها ونشرها بأى طريقة. وقد أوضح «ويلهم جوناسين» - الأخصائى الزراعى - الدانمركى المولد، أن طبيعة الكائن يمكن تعريفها بما يحتويه الكائن من الجينات، وذكر أنها تتأثر كذلك بظروف النمو ، فلو نميت جذور الفاصوليا فى ظروف فقيرة، لنتجت النباتات وبذورها عليها أصغر من المعتاد، أما التى تنمو تحت ظروف جيدة الرى والتغذية، فإنها تصبح كبيرة وخضراء وتنتج بذورا أكبر بكثير من تلك فى الحالة الأولى. ولكن على أى حال ، وحتى بعد عدة أجيال، فلا تتغير الصفات الموروثة للأنواع، فتؤدى زراعة بذور فاصوليا صغيرة مع بذور كبيرة إلى نباتات متساوية فى الحجم والإنتاجية. وقد قارن جوهانسن بين الطراز العرقى (الصفات الموروثة فى النوع) والمظهر الموروث (الطريقة التى تعبر بها تلك الصفات عن نفسها)، وحينئذ حلت مرحلة التقدم المفاجئ باكتشاف الصبغيات (الكروموزومات) كأجسام تحتوى على الشفرة الوراثية .

كان «كارل نيجلى» أول من لاحظها فى عام ١٨٤٢ ، حيث رسمها «كارل رابل» فى ١٨٨٧ رسما جميلا، واتخذت الكروموزومات اسمها الحالى بناء على تسمية «والدير» لها فى العام التالى. وعلى أثر ملاحظة الكروموزومات، بدأ يتضح لعلماء الحياة أنها لابد وأن تكون متصلة بنقل الصفات الموروثة من جيل إلى الجيل التالى، حيث إنها كانت تعبر من جيل إلى التالى . ويعتبر جنس الفرد بالطبع هو أكثر الصفات الأساسية التى تورث داخل النوع ، وفى ١٩٠٦ اكتشفت خاصية تحديد الجنس المتحكم فيها الكروموزومات الخاصة بجنس الفرد. وقد ميز العالم

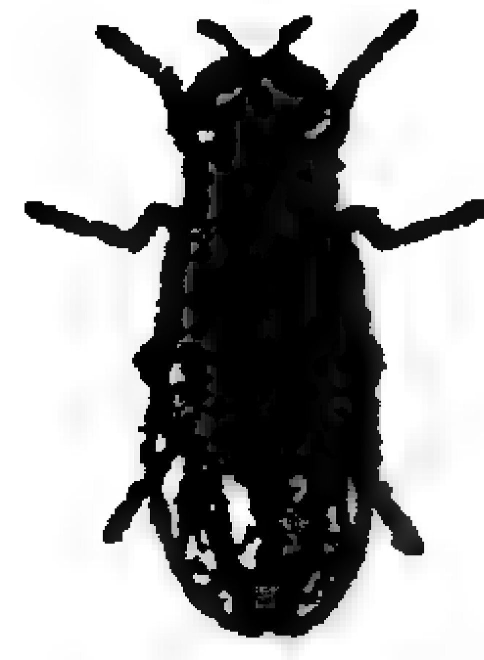
الأمريكي المشـهور «إدموند بيشر ويلسـون» (١٨٥٦-١٩٣٩) أن الكروموزومات كانت مـسـئولة عن تحـديد الجنس فى الكائن الجـديد، ثم وصـفت «نيـتى سـتـيـفـانز» (١٨٦١-١٩١٢) التى كانت تعمل فى كلية برينماور فى بنسيلفانيا الكروموزومات ذات الشكل (x) والشكل (y) فى عام ١٩٠٦ وأوضحت بيتى أن الكروموزومات ذات الشكل (x) هى المسئولة عن تحديد الأنوثة، بينما تحدد ذات الشكل (y) الذكورة. ومنذ تلك اللحظة، بدأ البحث فى الصفات القابلة للتوريث ، وقـام العلمـاء بإجـراء بحـوثهم على النواة بدرجـة أعمق ، محـاولين ربط الصـفـات المورثة بتركيب الكروموزومات . ووضع العمل الأساسى فى بحث طبيعـة الكروموزومـات بواسطـة عالم لا يقل فى إتقان عمله عمن سبقوه ، وهو الأمريكى «توماس هنط مورجان» (١٨٦٦-١٩٤٥) ، المولود فى كنتكى .

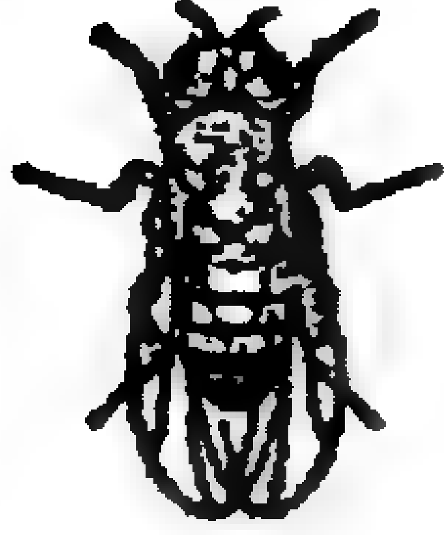


شكل (١١)

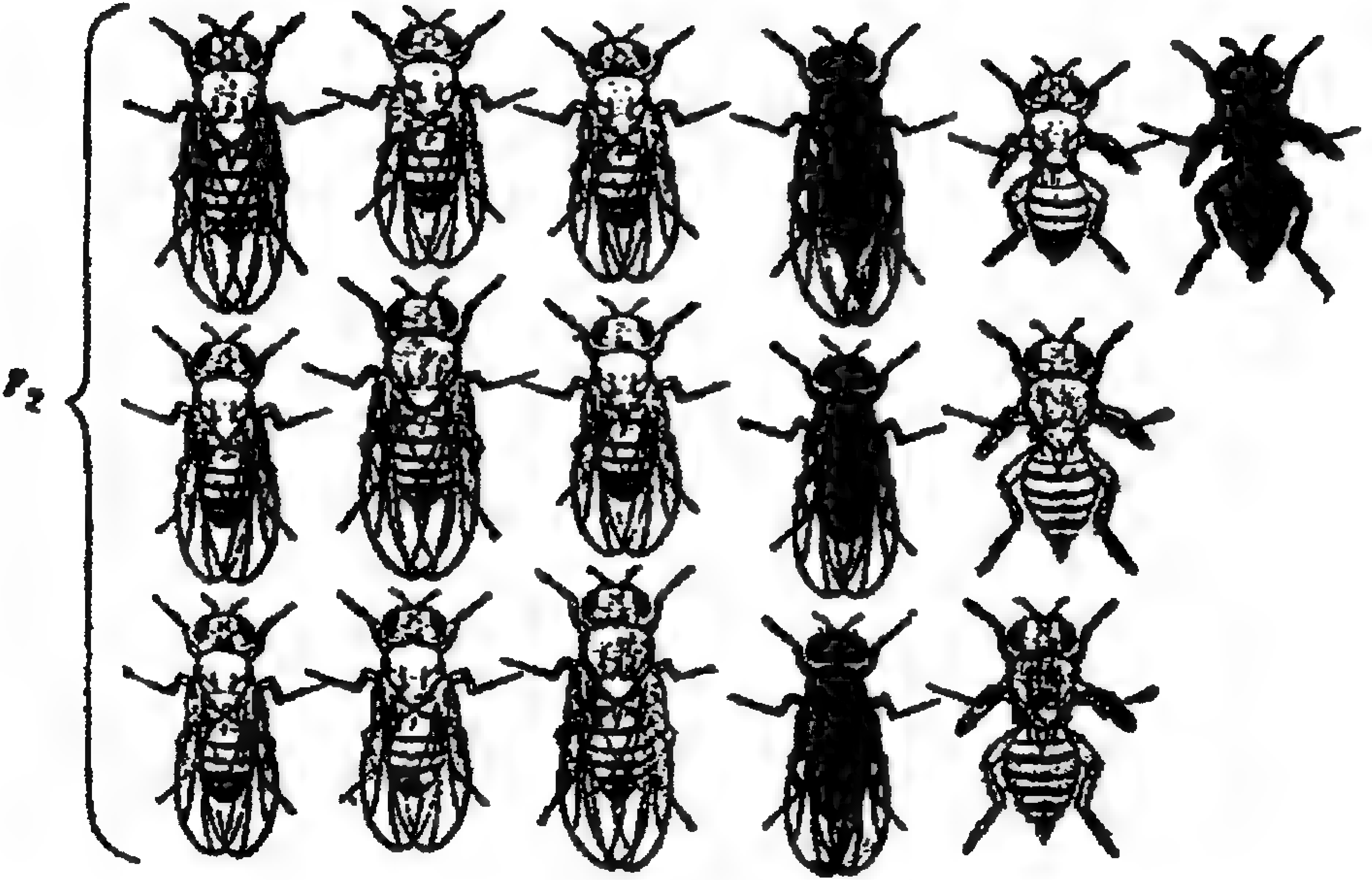
كـيف سـجل الرواد انقـسـام الخليـة رسم كـارل رابـل انقـسـام الخليـة فى ١٨٨٧، موضـحـا الكروموزومـات ذات الشكـل الشريطى والمكونة لمجموعة قرب منتصف الخلية كما يظهر (a) ثم تنجذب تجاه طرفى الخلية بخيوط دقيقة تتكون خلال الانقسام ، ويبين هذا الرسم بالضبط كيفية انقسام الكروموزومات وانجذابها بعيدا عن بعضها نتيجة لانكماش الخيوط فى كل بين الخليتين الناتجتين من الخليتين . وهذه هى الطريقة التى تتوزع بها مادة (دنا -DNA) عن الانقسام .





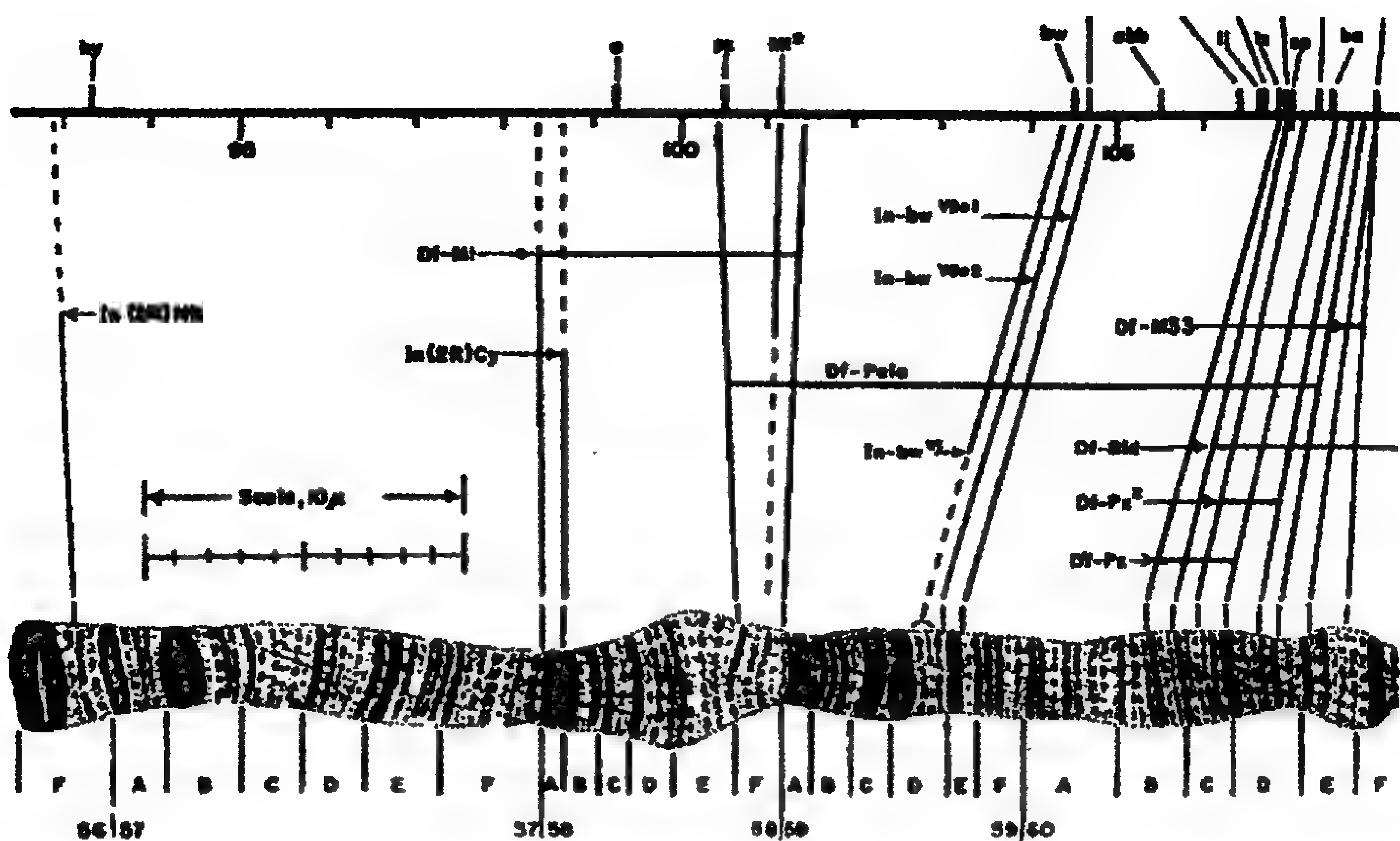






شكل (١٢)

تجارب التهجين التقليدية على ذبابة الفاكهة (الدروسوفيلا) كانت هذه الحشرة أول نوع استخدم فى تجارب التهجين، والذى يبين أن غزارة الطفرات يمكن إرجاعها إلى العلاقات بين الجينات المعنية. وهذه الدراسة الأصلية التى قام توماس هنط مورجان بإجرائها تبين كيف أنه ينتج عن زوج من الحشرات البالغة جيل من طرازين متشابهين ، بينما نسل الأخير يتضمن طفرات سوداء وبدون أجنحة .



شكل (١٢)

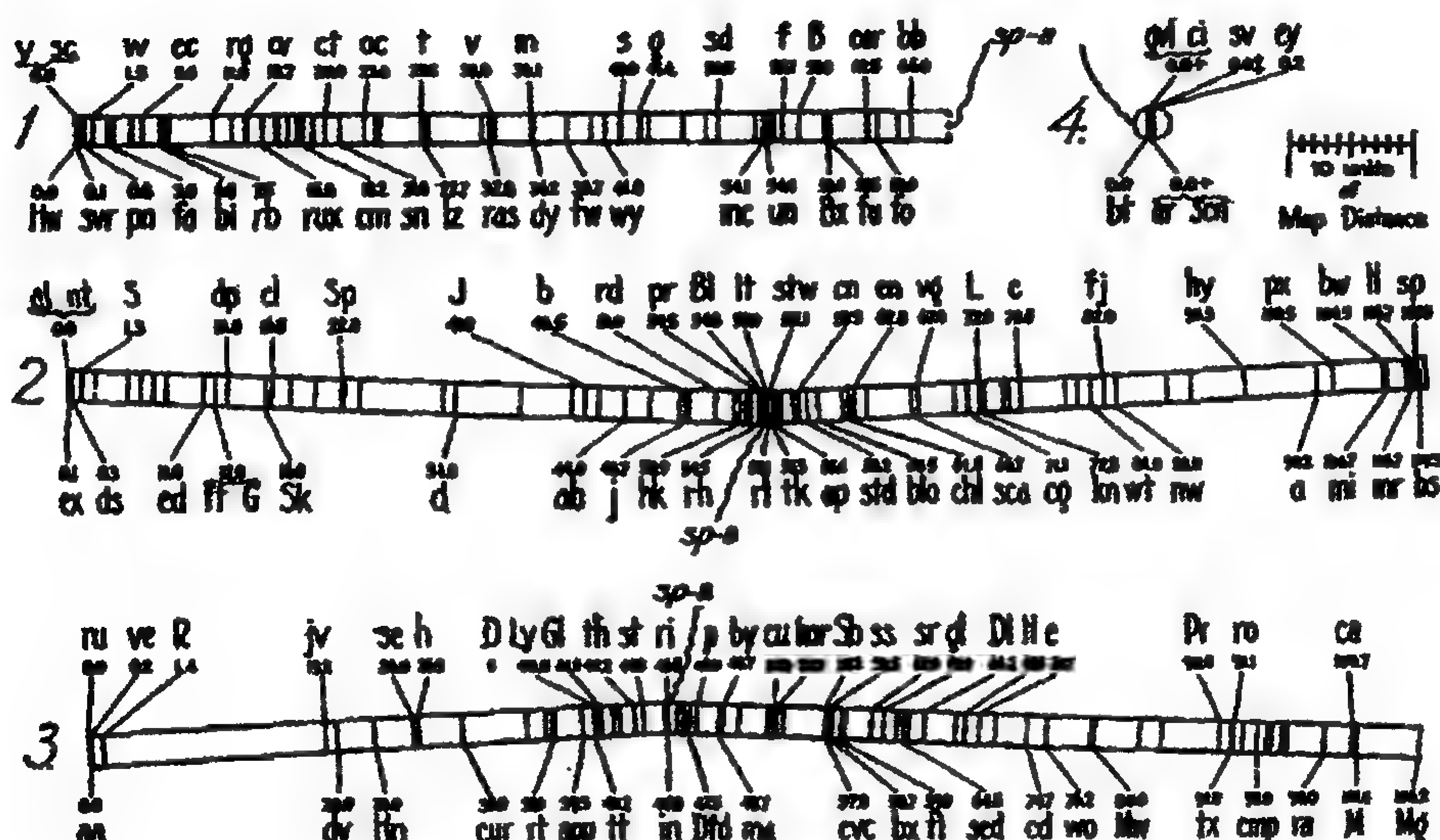
رسم خريطة الجينات على كروموزومات ذبابة الفاكهة (الدروسوفيلا) وجد العلماء الطريقة إلى تحديد موقع كل عامل وراثى (جين)، وذلك بدراسة الطريقة التي كان يتم بها عبور الجينات على الكروموزوم الواحد، فلما تم تجميع البيانات الموضعية (عبر القمة) أمكن مقارنتها بنطاقات الأشرطة التي لوحظت على الكروموزومات العملاقة، وتم طبع هذه الخريطة بواسطة ك. ب. بريدجز عام ١٩٣٥، وتظهر جزءا من الكروموزوم الثانى فى ذبابة الفاكهة .

فقد درس كائنا معروفا لكل علماء الحياة العصريين ، ألا وهو حشرة ذبابة الفاكهة (الدروسوفيلا) التى تبدو اختيارا متميزا لدراسة علم الوراثة ، ولكن مورجان اختارها فى ١٩٠٨ بسبب صفاتها المثيرة للقول، والتى جعلتها موضوعا مثاليا للدراسة ، فهى خصبة بدرجة متميزة ، ففى البيئة الدافئة تفقس بويضاتها بعد ١٢ يوماً ، ويمكنها أن تتحمل ظروفا بيئية لا تتحملها الأنواع الأخرى . وحينما تتغذى الدروسوفيلا فى الأسر،

تبين طفرات يمكن تمييزها بسهولة ويستطيع العلماء دراستها، وأخيرا (وربما الأكثر أهمية) لدينا الطبيعة غير العادية للكروموزومات، فأنوية خلية الدروسوفيلا تحتوى على أربعة أزواج من الكروموزومات، يختلف كل منها فى الحجم والمظهر، وبالتالى، فيسهل تمييز كل منها. والأكثر أهمية من كل ذلك، أن الكروموزومات فى خلايا غدد الحشرة اللعابية تحوى كروموزومات عملاقة. ويتضاعف كل موقع جينى على امتداد التركيب الشريطى للكروموزوم، وبذلك يصبح حجم الكروموزوم أكبر بكثير من حجم الكروموزوم العادى، فيصبح شكل كل كروموزوم مقسما إلى شرائط تشبه الأقراص المرصوصة على خيط، ويمكن تمييزها بصفات وراثية مميزة. وغالبا- كما سبق الظن - أنه يمكنك رؤية الجينات نفسها باستخدام مجهر تقليدى. واستغرق الوصول إلى هذا المشهد حقبا عديدة، ولكن على أى حال، صدرت طبعة ١٩٥٠ من كتاب إدموند سينوت بعنوان «السمات الوراثية»، ليؤكد أن هذه الفكرة لا تزال فى حاجة إلى برهان، حتى فى ذلك التاريخ المتأخر نسبيا. ويقول سينوت: «يقضى الافتراض بوجود اتصال بين الجين والآخر وبين كل الأقراص التى فى كروموزومات الغدد اللعابية، ولكن هذا (على حد قوله) لا يزال افتراضا لم يتم إثباته» . وكان مورجان قد بدأ من الأصل تجاربه ، حينما بدأ نشر بحوث مندل المنسية، فانصب اهتمامه الأساسى على إثبات خطأ نظريات مندل عن الوراثة، ولاح في بادئ الأمر كما لو كانت قولته قد ثبت صحتها ، ولكن مورجان لاحظ أن واحدة من طفرات الدروسوفيلا - ذات صنف جديد تغيرت عيناها إلى اللون الأبيض، ولم تسلك سلوكا يخضع للقوانين الوراثية التى وضعها مندل .

وبعد إكثاره لعدة أجيال ، تحقق مورجان أن هذا يمكن أن يفسر بدقة عندما يكون موضع الجين الذى يحمل العيون البيضاء فقط على الكروموزوم الخاص بتحديد جنس الحشرة ، وبذلك اكتشف الوراثة المتعلقة بتحديد جنس الحشرة .

ولاحظ مورجان أيضا ما ثبت أنه أمر بالغ الأهمية، فالجينات التى على كروموزوم معين لم تكن دائما تورث كما هو متوقع، فأحيانا كانت الجينات تتبادل على الكروموزومات. واتضح فجأة أن الكروموزومات المتراصة بجوار بضعها خلال المراحل المبكرة لانقسام الخلية قد تتبادل جينات فيما بينها. وهذه هى الظاهرة المعروفة باسم «العبور» وكانت هذه الظاهرة مفاجأة ، زودت مورجان وفريقه بأداة جديدة للبحث . فقد افترضوا (وهذا صحيح، كما ظهر فيما بعد) أنه كلما ابتعد الجينان عن بعضهما على نفس الكروموزوم ، كلما كبرت الفرصة لتبادل مواقعهما ، بينما ليست هذه الحا ل – إحصائيا – فى الجينات الأخرى المتلاصقة .



شكل (١٤)

الخريطة الجينية الأولى تتخذ شكلا خلال الثلاثينات من القرن العشرين تم ترتيب مواضع الجينات بطريقة منهجيةعلى خريطة الكروموزومات الأربعة للدروسوفيلا، وأعطيت الجينات رموزا مختصرة لأسمائها ، وقد هيأ البحث الوراثى الفرصة للمشروع العالمى المعاصر الذى يهدف إلى عمل خريطة للجينات الإنسانية، ويمكننا الآن أن نرتب تسلسل الجينات ونحصل على بيانات دقيقة بطريقة أكثر مباشرة .

وللمرة الأولى، أمكن استخدام سجلات تبادل الجينات لحساب البعد بين زوج معين من الجينات، وقام أحد تلاميذ مورجان وهو خريج يدعى . هـ. ستورتفانت بعمل خريطة لخمس جينات مرتبطة بالجنس، مستخدما مدخلا إحصائيا، ومنتجا للخريطة الأولى للكروموزومات فى التاريخ، التى نشرت فى ١٩١١ ، وكانت هذه الخريطة نتاج جهود بحثية كثيرة جعلت من الدروسوفيلا أفضل مادة وراثية معروفة فى العالم. وبحلول عام ١٩٣٩ كان قد تم تعيين مواقع جملة قدرها ٥١٤٩ شريطا على كروموزومات الدروسوفيلا . ويتخيل معظم الناس أن هذا النوع من العمل قد تم حديثا فقط .

كان من الواضح أن الكائنات المختلفة لديها عدد مختلف من الكروموزومات، ولكن كروموزومات معظم الحيوانات أثبتت أنها صعبة الملاحظة، فهى – أساسا – أصغر من كروموزومات النبات ، وأثبت إحصاؤها أنه عملية شاقة، وكانت إحدى الحقائق الهامة عدد الكروموزومات فى الخلايا الإنسانية ، التى تراوح تقديرها من ثمانية إلى ستين كروموزوما . وكان العلماء مقيدين بعد الكروموزومات فى عينة الخلية العادية التى تقوم بالانقسام، أثناء المرحلة الوسيطة بين انقسامى الخلية حيث لا يمكن رؤية الكروموزومات ، فهى لا تتكثف وتصبح مرئية إلا حين تنقسم خارج النواة. وحتى فى ذلك الوقت، فيستحيل تقدير عددها ما لم يتم عمل قطاع عرضى فى منتصفها أثناء انقسامها ، الأمر الذى كان يندر حدوثه ، ويصعب على أى أحد ملاحظتها بوضوح وإحصاء عددها بدقة . قام أحد العاملين على المجهر فى جامعة تكساس ويدعى «ثيوفيلاس بينتر، بنشر إجابة محددة على هذا السؤال فى ١٩٢٨ ، وهى : أن الخلايا الآدمية تحتوى على ٤٨ كروموزوما، وظل هذا العدد مقبولا لفترة ٣٠ عاما ، بالرغم من أنه كان غير صحيح، فالعدد الذى يوجد فى الخلية فعلا هو ٤٦ كروموزوما ، ويقال دائما أن أهل تكساس يبالغون قليلا فى كل شىء، بيد أنه لم يكن هذا هو السبب فى خطأ بينتر، فقد كان تركيب الكروموزومات محيرا فى الوقت الذى تم فيه التقدير ، حيث كانت الرؤية الواضحة لها من أصعب ما يمكن، ولذلك يمكن فهم السبب فى خطأ تقديره للعدد فى ذلك الوقت ، فلا أحد كان يبحث عن طريقة لتسهيل دراسة الكروموزومات ، وكان من المعتقد أن مراوغتها جزء من الحقائق البسيطة للحياة ، فلم يتم تصحيح عدد الكروموزومات قبل ١٩٥١ ، وكان التوصل إلى ذلك من قبيل الصدفة، حيث اكتشف باحث حاصل على الدكتوراه فى جالفستون، ويدعى «ت. س. هسو» تدرب على يد «بينتر»، وكان مكلفا بدراسة الكروموزومات فى الثدييات، فوجد العمل محبطا للهمة، وحتى حينما كان يدرس الأنسجة السريعة النمو

التى يمكن غالبا رؤية خلاياها المنقسمة، حيرته الطريقة التى كانت الكروموزومات تحتشد بها فى وسط الخلية. وذات عصر يوم وضع عصير عينة محضرة تحت مجهره ففوجئ بأن الكروموزومات لم تعد محتواة فى الخلية، وبدلا من ذلك كانت تنتشر بشكل جميل ، فلم يصدق عينيه، ومشى إلى المقهى الملحق بالمدينة الجامعية، وحين عاد إلى المعمل ، نظر مرة ثانية فى المجهر، ووجد أن الكروموزومات لا زالت كما تركها، وببعض حسن الحظ كانت تنتشر عبر مجال الرؤية ويمكن ملاحظتها بسهولة .

وقد فسر ذلك بأن الخلايا التى على هذه الشريحة كانت قد غمرت بالماء أو بمحلول ملحى أقل تركيزا من المحلول العيارى، بحيث أدى التأثير الأسموزى إلى انفجار الخلايا فانفتحت، فسمحت بخروج كروموزوماتها وجعلتها أسهل فى التناول بالدراسة، ولم يصحح «هسو» الملاحظة بأن نواة الخلية الإنسانية تحوى ٤٨ كروموزوما (تقبل هذا الرقم من أستاذه، ثيوفيلى بينتر ولم يشك أبدا فيه)، وتبنى هذا الاكتشاف العلماء الآخرون المتخصصون فى دراسة الكروموزومات، الذين بدأوا فى إغراق تحضيراتهم الخلوية بمحلول ملحى ضعيف العيارية لتنفجر الخلايا فتنفتح وتتحرر كروموزوماتها وسرعان ما شاع استخدام هذه التقنية .



شكل (١٥)

الكروموزومات داخل الخلية الإنسانية تتميز الخلية الإنسانية بوجود ٤٦ كروموزوم يمكن الآن تفريقها وصبغها وإحصاء عددها، وقد تشذ فى بعض الأحيان عن هذه القاعدة ، فمثلا ذكر «داون» فى كتابه «مرضى الأعراض المتلازمة» وجود كروموزوم إضافى رقم ٢١، وكذلك نعلم أنه فى بعض أنواع المحاصيل التقليدية يبلغ عدد الكروموزومات ضعف وربما أربعة أضعاف العدد الطبيعى .

وفى ذلك الوقت توصل العالمان الأمريكى ألبرت ليفان وجوهين تيجو فى السويد إلى اكتشاف جديد هام وهو مادة الكولشيسين، المستخلصة من متوك زهرة الوينكا، وهى توقف انقسام الخلية فى المرحلة الوسطية، وتمنع تكون المغزل الذى يسحب الكروموزومات بعيدا عن بعضها أثناء انقسام تلك الخلايا ، ونتج عن هذا الاكتشاف أن الخلية تبدأ فى الانقسام ولكنها لا تستطيع إكماله، وبذلك يتم الحصول على عينة من الخلايا توقفت بها الكروموزومات فى منتصف الطريق إلى الانقسام . ومعنى أن العلماء أصبحوا قادرين على جمع أعداد كبيرة من الخلايا المنقسمة ، وبذلك انتهى البحث عن نماذج خلايا منقسمة بالصدفة . وقد قام ليفان وتيجو بإحصاء عدد الكروموزومات فى الخلايا الآدمية وانتهيا إلى أن جملته تبلغ ٤٦ كروموزوما، وأعلنوا نتائجهم التى توصلوا إليها فى ١٩٥٥، وأصبح هذا العدد للكروموزومات الإنسانية مقبولا من الجميع منذ ذلك الوقت، على الأقل، فى الخلايا الآدمية الطبيعية. وقد قام العالم الفرنسى ج. ليجين بدراسة للكروموزومات المأخوذة من خلايا المرضى بمرض «داون للأعراض المتلازمة»، وقرر أن هؤلاء المرضى لديهم كروموزوم إضافى. وفى عام ١٩٥٨ أعلن أن هؤلاء المرضى لديهم ٤٧ كروموزوما بدلا من العدد الطبيعى وهو ٤٦. وكانت هذه هى المرة الأولى لحالة خلقية فى الإنسان يرتبط فيها شذوذ الكروموزوم بالمرض .

وتبرز حقيقة هامة وجديرة بالملاحظة وهى أن الجينات لا تستقر فى نفس المكان على الكروموزوم وهذه الظاهرة المعروفة باسم «الجين القافز» قد اكتشفتها عالمة أمريكية تدعى باربارا ماكلينتون، أثناء عملها على نباتات الذرة الشامية فى معمل كولدسبرنج هاجر فى لونج آيلاند مستخدمة ألوان بذور الذرة، مجتمعة معا الكيزان، لتدرس كيف يتم توريث الصفات. وصممت تجربة تستطلع بها كيف تنتقل الجينات من جيل لآخر، وأوضحت نتائجها الدقيقة شيئا غير ذلك؛ فأحيانا تلاحظ طرزا غير متوقعة بالكلية من الوراثة، وشعرت بأن الطريقة الوحيدة لتفسير هذه النتائج هى استنتاج أن الجينات يمكنها تغيير مواضعها على طول الكروموزوم، وبينما تقوم بعملها، حصرت اهتمامها فى جينين اثنين على الكروموزوم الثامن، هما الجين المنشط (ج م) والجين المفرق أو الفاصل (ج ف) الذى يحكم الأول . وبينت ماكلينتون أن إشارة تصدر من الجين المنشط (ج م) تؤدى إلى قفز الجين المفرق (ج ف) إلى موضع جديد على الكروموزوم ، وأمكنها تتبع حركته بملاحظة تأثير الجين المفرق على الجينات المجاورة. وهذه النتائج كفيلة بقلب كثير من الافتراضات الجوهرية الأساسية مما يعدها بوضوح

أكثر الاكتشافات جوهرية. وتم كشف النقاب عن هذا الاكتشاف فى اجتماع عقد فى عام ١٩٥١. وأنا أعلم ما تظن، فقد كان هذا الاكتشاف مفاجأة هائلة للعاملين فى مجال الوراثة المجتمعين فى مؤتمر «كولد سبرينج هاربور» فى ذلك العام، ولكن الذى حدث فى المؤتمر كان غير ذلك، فلم يلق أحد بالا إلى ذلك العمل ، ولم تتم مناقشته، ومر بدون تعليق. وعادت ماكلينتون إلى معملها وواصلت عملها فى سرية ، بدون المزيد من الإحراج، ومرت سنوات قبل أن يتحقق أحد مما اكتشفته، وفى الوقت المناسب أدرك المعهد الذى تعمل به، أهميتها ، وفى الحقيقة تسلمت جائزة نوبل فى الفسيولوجيا والطب ولكن ليس قبل عام ١٩٨٣، عندما أعلن عن نتائجها بعد أكثر من ٣٠ عاما .

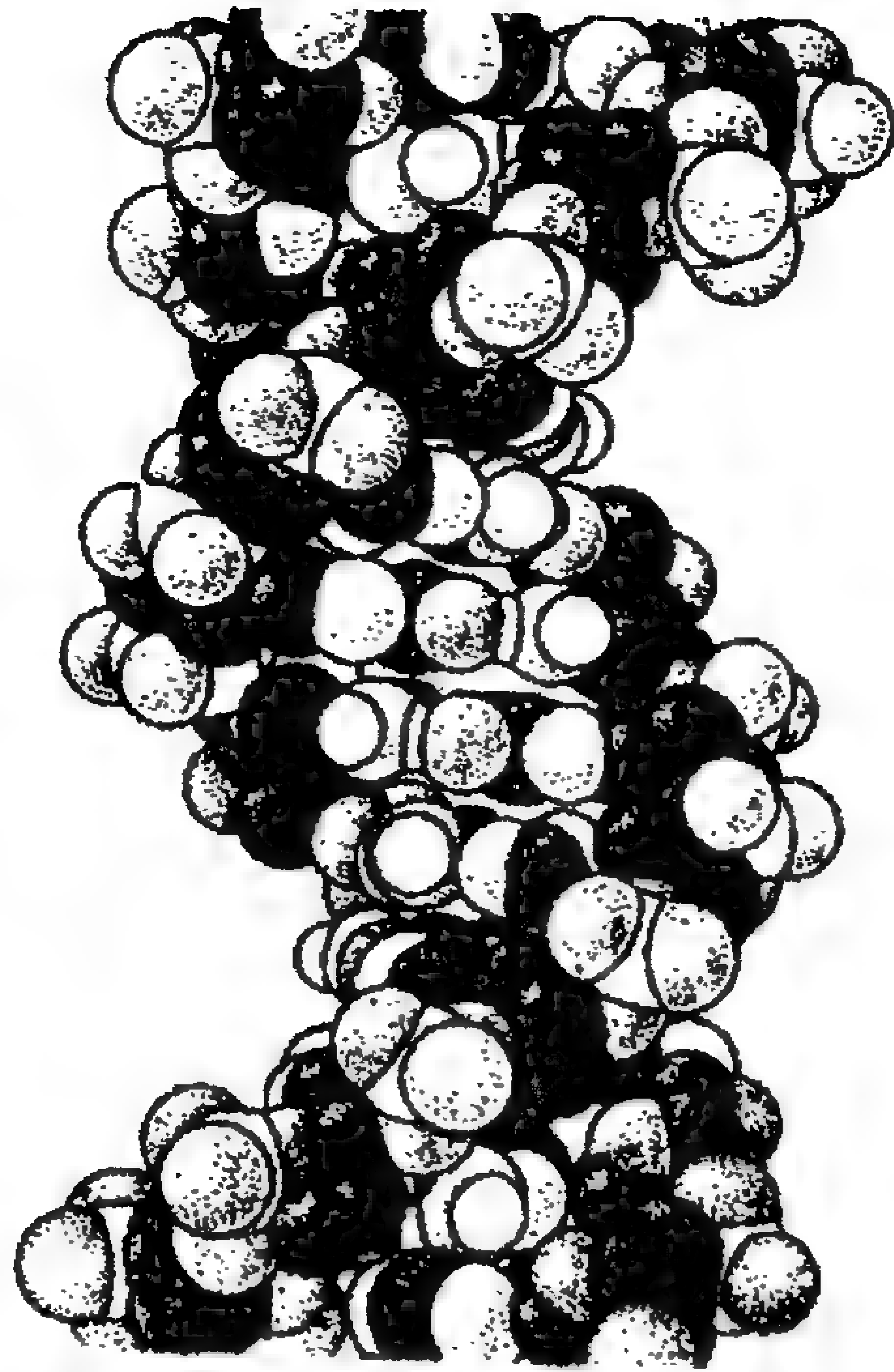
وعلى نفس الدرجة من الأهمية، كانت معرفة الطريقة التى تعبر بها الجينات من خلية لأخرى، فقد لاحظ عالم الميكروبات البريطانى فريديريك جريفيث فى عام ١٩٢٨ – وكان يجرى تجربة بهدف التوصل إلى طعم للتحصين ضد الالتهاب الرئوى – أنه عندما حقن فئرانا بسلالتين من البكتريا، إحداهما (س) كانت مميتة، بينما الأخرى (ر) كانت غير ضارة لعائلها. اختلفت السلالتان اختلافا جوهريا فى تأثيرهما على العائل ، فقتلت السلالة (س) الفئران، بينما لم تؤثر عليهم السلالة (ر). وبرز هنا سؤال عما لو إذا كان السلالة (س) قتلت بالحرارة. وكانت الإجابة كما توقعها، أن الفئران كانت ستعيش، فلو كانت هذه الفئران قد حقنت فيما بعد بالسلالة (ر) لماتت، لأن سلالة البكتريا الحية غير الضارة كانت قادرة بوضوح على التقاط الجين المميت من السلالة المميتة (س) بعد مزجهما معا. ودلت التجارب التى أجريت فيما بعد على حدوث نفس التأثير حتى فى أنبوبة الاختبار ينتج عن خلط بكتريا حية من السلالة (ر) ببكتريا مميتة من السلالة (س) إلى بكتريا تحمل صفات البكتريا الحية من السلالة (س) فقد التقطت بكتريا السلالة (ر) شيئا من أفراد بكتريا السلالة (س) نتيجة وجود الأولى مع الثانية فى سائل واحد تسبح فيه البكتريا المميتة (س). والسؤال هنا، ماذا كان ذلك؟

للتوصل إلى إجابة تفسر هذا اللغز ، نعبر المحيط الأطلنطى إلى جامعة روكفلر، حيث حاول ثلاثة من الأمريكيين وضع خطة عام ١٩٤٤ لتقصى حقيقة هذا الجين «المتهم» . فأعاد هذا الفريق بقيادة أوزوالد أفيرى إجراء تجارب جريفيث ، وبعد التخلص من المكونات واحدا بعد آخر من السائل، مختبرين كل من المكونات فى كل مرة ليلاحظوا ما إذا كان المركب الحيوى لا يزال فى السائل ، حيث تخلصوا من البروتينات والدهون ثم من الكربوهيدرات حتى وجدوا أن الجوهر الذى بقى – عندما لم يبق شىء

فى السائل - كان عبارة عن جزىء مادة غامضة ذات قوام يشبه الخيط اللزج ، ووجد أفيرى أنه يمكنه أن يلف هذا الخيط حول نهاية قضيب زجاجي. وقامت المجموعة بتحليل هذا المركب عالمين بأنهم أمسكوا بالدليل، ولما قاموا بتحليله عالمين بأنه يحوى الدليل الوراثى الذى يقودهم إلى سر انتقال التأثير المعدى ، فوجدوا أنهم اكتشفوا الحامض النووى ديز أوكسيريبو ينوكليك أو «دنا -DNA» .

واحتاج العلماء إلى معرفة كيف تصنع الجينات هذا الحمض، فتسابقوا إلى إماطة اللثام عن هذا السر. وتوصل العالم ليناس بولينج، قائد ذلك التسابق، وهو غريب الأطوار، يعمل فى معهد كاليفورنيا التقنى، صاحب المنزلة المتميزة بحصوله على جائزتى نوبل فى مجالات مختلفة، الأولى فى الكيمياء عام ١٩٥٤ (لإنجازاته فى القوى الجزيئية) والثانية عام ١٩٦٢ للسلام للحملة التى قادها ضد الأسلحة النووية. وفى ذلك الوقت كانت طرق التحليل الكيماوية تستخدم لحل مشكلة التعرف على تركيب الحمض النووى «دنا». وكانت طريقة دراسة البللورات باستخدام الأشعة السينية (أشعة إكس) هى إحدى التقنيات الهامة التى - خاضت مصاعب كثيرة قبل أن تبرز كتقنية مجربة وهى ليست صعبة الفهم، إذا نظرت ليلا إلى مصباح بعيد في الشارع من خلال قماش مظلة، فلن ترى المصباح كصورة منفردة، بل كمجموعة من النقط تغطى منطقة أكبر من صورة المصباح. وتفسير ذلك أن الضوء يحيد عن خيوط نسيج المظلة، مكونا طرازا مميزا، ينتمى مباشرة إلى نظام صفوف خيوط المظلة. وفى الحقيقة، يمكنك بهذه الوسيلة التعرف على كيفيــة نسج القماش . بالضبط يمكن - كما يحيد الضوء عن خيوط النسيج - أن يحدث ذلك للأشعة السينية (أشعة إكس) . وكان الفيزيائى الألمانى ماكس فون لوى أول من اقترح هذه الفكرة فى ١٩١٢ فى معهد الطبيعة (الفيزياء) النظرية بميونيخ .

وحين ناقش هذه الفكرة مع مدير المعهد أرنولد سومرفلد قوبل برفض عنيف، فسومرفلد لم يستطع رؤية وجهة نظر لوى الذى قيل له ألا يضيع وقتا أكثر فى هذه الفكرة، وإزاء هذا الرفض قرر لوى أن يتحدى تعليمات المدير وأعطى المشروع لطالبى بحث يعملان تحت إمرته يدعيان و. فريدريش و ب. كنينج، اللذان سرعان ما أنتجا أول نظام حيودى للأشعة السينية. وفى ذلك الوقت كان هناك القليل أكثر من الفضول - وفى الحقيقة اعترف فريدريش فيما بعد أنهما لم يفهما حقيقة ما يجرى، ولكنهما مضيا يعملان فى اتجاه غير محبب لهما فى ذلك البحث .



شكل (١٦)

الشكل المألوف الحلزون المزدوج للحامض النووى (دنا – DNA) يتميز ذلك الحامض النووى باختلاف شكله عن شكل أى جزىء آخر، ويستخدم فى الإعلان عن الأحداث والمعارض فى كل أنحاء العالم، وهو نو تركيب حلزونى يمكنه الانفصال بسهولة إلى اثنين منتجا شريطا جديدا من (دنا) وتضاف إليه أزواج جديدة من القواعد فروعه الجانبية بينما ينفصل الشريطان، ويبلغ عدد أزواج القواعد ثلاثة بليون فى مركب (دنا) للشخص الواحد .

وكان العالمان البريطانيان وليام هنرى براج وابنه لورنس، هما أول من طورا التقنية بطريقة معملية قياسية فى جامعة كامبريدج، وحصلا سويا على جائزة نوبل فى الفيزياء عام ١٩١٥ للإنجاز الرائد فى حيود الأشعة السينية. وفى عام ١٩٣٧، بينما كان ماكس بيروتز يعمل فى المعمل الذى أسسه براج فى جامعة كامبريدج، خطط ليحلل تركيب الهيموجلوبين ، وكان عملا طويلا استمر حتى أوشك الاعتماد المخصص للدراسة على النفاد، ولم تكن الجامعة لتقدم له أي مساعدة أخرى . وفى غمرة هذا اليأس، قابل لورانس براج أمين المجلس الطبى للبحوث على مائدة غداء فى نادى

أثيناويم بلندن، وتم حسم المشكلة نهائيا وتم الاتفاق على تجديد المعونة فى ذلك الوقت الحرج .

وفى النهاية ، تم التعرف على مركب (الهيموجلوبين) (المركب الأحمر للدم) من خلال تلك التقنية وحصل ماكس بيروتز بالمشاركة على جائزة نوبل للكيمياء فى عام ١٩٦٢ مع مساعده جون كيندرو الذى استخدم طريقة دراسة البلوريات بالأشعة السينية لدراسة تركيب الهيموجلوبين ، ذلك البروتين العضلى وخلال الحقب التالية ظهر أنه يمكن إحداث الطفرات باستخدام الكيماويات المسببة للسرطان وبالإشعاع. وقام كثير من العاملين فى هذا المجال بتعريف مركب كيماوى يعرف باسم الحامض النووى «دنا»، فى الكروموزومات. وفى الأربعينات من القرن العشرين بدأ تبلور الفكرة بأن هذا المركب يحوى الدليل على طبيعة الجينات ، وكانت المشكلة أمام الباحثين هى إيجاد التركيب الكيميائى الذى يفسر كيفية تضاعف هذا المركب ووراثته فى الأجيال التالية، ولقى هذا الموضوع تشجيعا حماسيا جارفا عند طرحه فى اجتماع رئيسى، وكان هذا الاجتماع قد انعقد من أجل الشجار الصاخب . وبعد انتهاء الحرب العالمية الثانية، قررت جمعية البيولوجيا التجريبية الاحتفال بذلك فى مؤتمر كبير عن «التنفس». وفى هذا المؤتمر قامت معركة خطيرة بشأن التنظيم، وفى اللحظة الأخيرة تقرر تغيير الموضوع وتجنب مناقشات أخرى. واقترح أحد أعضاء الفريق البحث بالجمعية فى موضوع «الأحماض النووية» كبديل يمكن ألا يثير أحدا، فتمت الموافقة عليه . ومن الغريب أن يرجع عقد الاجتماع الهام فى يوليو ١٩٤٦ بجامعة كامبريدج إلى تعارض الأمزجة. ففى تصادم لإيجاد عدد كاف من البحوث ، تم إدخال عدد منها كانت قد صدرت منذ سنوات والسماح بإلقائها، حيث تضمنت نتائج عن استخدام الطراز الحيودى للأشعة السينية على مركب «دنا» ، وأدت هذه البحوث إلى إعادة إضرام اهتمام المشاهدين بالموضوع . ومنذ ذلك الوقت ، تم تقبل أن الحمض النووى « دنا» هو المادة الوراثية بالخلية ، وأصبح موضوع السباق بين العلماء هو حل لغز كيفية تضاعفه أثناء انقسام الخلية .

وقام اثنان من العلماء الهامين ببحث موضوع عن تضاعف الحمض النووى «دنا»، هما كريك وواتسون، ولكن موريس ويلكنز وفرانكلين هما اللذان قدما الدليل على الطبيعة الغريبة لجزىء هذه المادة – الحلزون الشهير – كما يعرفه كل امرئ الآن – كان ويلكنز المولود فى نيوزيلاند عام ١٩١٦، مفتونا بدراسة البروتينات الرئيسية فى

النواة، وفي ١٩٥١ ألقى محاضرة أكد فيها «أن دراسة البروتينات النووية المتبلورة في الخلايا الحية قد تساعد في الاقتراب أكثر من مشكلة تركيب الجين» ، وتبين ويلكنز أن جزيء مادة «دنا» يتخذ شكلا حلزونيا وكانت فكرة الشكل الحلزوني قد خرجت إلى النور. وكانت روزالين فرانكلين الفتاة اللامعة التي تعمل في بحوث التبلور - هي التي قدمت للعلم اكتشافات هامة عن تركيب جزيء مادة «دنا» التي قادت الناس إلى الفصل الأخير وهو «الحلزون المزدوج» . كان هذا هو الحل لكيفية تكاثر الجينات، وذلك بأن يصبح شكل الحلزون المزدوج مستقيما بدون تعقيد أو التواء كما لو كان حبل هاتف خال من التعقيد وينتج حلزونا جديدا من مادة «دنا» حيثما توجه .

وكان دخول العالمين فرانسيس كريك (المولود في نورثامبتون عام ١٩١٩) وجيمس واتسون (المولود في شيكاغو عام ١٩٢٨) إلى خضم هذا المعترك العلمي حظا كبيرا ، حيث كان كريك خريج الفيزياء الذي كان يعمل في الألغام المغناطيسية قبل افتتانه بعلوم الحياة، والتحق عام ١٩٤٩ بمعامل المجلس الطبي للبحوث -في كامبريدج. وكان واتسون «طفلا سابقا مبكر النضوج» اكتشفه لويس كوان، منتج برنامج «عرض امتحان الناشئين في شيكاغو» وفي ذلك الوقت كانت جامعة شيكاغو قد قدمت برنامجا للتجارب لقبول الناشئين الانخراط في سلكها. وتم قبول واتسون وعمره ١٥ عاما. وبالرغم من أنه درس علم الأجنة، فكان اهتمامه لا يزال منصبا على مراقبة الطيور، وكان قد درس منهجا صيفيا في علم الطيور في عام ١٩٤٧ في جامعة متشيجان ووجد في نفسه ميلا له، حتى أنه أراد أن يتخصص في هذا الموضوع وتقدم إلى جامعة إنديانا كطالب دراسات عليا ، وتقابل واتسون مع كريك في كامبريدج . واتفقا على العمل معا في حل مشكلة الطريقة التي يمكن لمادة «دنا» أن تنقسم بها ، وتشاورا كثيرا مع أولئك الذين كانوا يعملون في حل هذه المشكلة، وتسبب هو لهم في مشاكل لا يمكنه اجتنابها. وكانت فرانكلين غاضبة من أن نتائجها الهامة استخدمت بواسطة أناس لم يفهموا المشكلة فهما كاملا . وسجل روبرت أولبي سخطها المتراكم بحيوية - كيف رفضت اقتراحا لواتسون وكريك لتوحيد جهودهما مع روزالين فرانكلين وفريقهما في العمل على مشروع بحثي مشترك - بهدف حل لغز انقسام مادة «دنا» . ويقول أولبي - المؤرخ العلمي - في هذا الصدد «أن فرانكلين وفريقها لم تكن لتفعل شيئا في هذا الاقتراح» فقد شهدوا الجلفين يقومان بالتهريج» كما يقول أولبي «لماذا يجب أن يتغاضوا عن سلوكهما بتوحيد فريقيهما معا» وبعد مناقشة الموضوع مع الباحث الأول

للفريق فى ذلك المجال قرر لورانس براج منع كريك وواتسون من ممارسة أى نشاط فى هذا المجال البحثى . «فهذا المجال كان يجب أن يترك للمتخصصين» ، ونتيجة لذلك أعطى كريك مشروعا عن دراسات الأشعة السينية للببتيدات العديدة والبروتينات فى حين كلف واتسون بالعمل على فيروس موزايك التبغ .

وكان الكيماوى البارز إروين شارجاف يستخدم تقنية تحليلية بالفصل اللونى للتعرف على التركيب الكيماوى لمادة «دنا»، فاكتشف حقيقة مدهشة أنه مع كل التعقيد فى المعلومات التى تشير إلى محتوى مادة «دنا» ، كان هذا المحتوى عبارة عن أربعة قواعد مختلفة فقط، لكنها تشبه حروف الهجاء – فقط بإحلال هذه القواعد محل الـ٢٦ حرفا من حروف اللغة الإنجليزية ولكن تذكر أن اللغة الإنجليزية تستخدم تراكيب مختلفة من مجرد ٢٦ حرفا، لتعبر عن اتساع معرفتنا وعن الأعمال العظيمة لمؤلفينا الكبار . ولكن عدد الحروف فى الفبائية لغة ليست متعلقة بجودة الأدب الناتج ، فالألفبائيات الأخرى تحوى تعقيدا أكثر اختلافا ، فهناك خمس وستون الفبائية فى العالم . وتجد أطولها فى لغة الخمير التى يتحدث بها الكمبوديون، وتتكون من ٧٤ صفة ، وأقصرها الروتوكاس التى يتحدث بها سكان جزيرة بوجانيفيل ، فى بابوا بغينيا الجديدة، فهى تتكون من ١١ حرفا . حقا إذن الحروف الهجائية فى مادة «دنا» أقصر حتى منها فى الحالة الأخيرة ، حيث تتكون من أربعة ، ولكن باستخدامها فى تراكيب مختلفة وتتابعات متباينة، فإن الطبيعة بذلك تخطط لبناء الإنسان الكلى من مركبات كيماوية بسيطة. ولا يستطيع الإنسان أن يبدأ فى فهم مثل هذا التعقيد الملهم . ففى ربيع ١٩٥٢ تقابل تشارجراف مع كريك وواتسون لمناقشة تركيب مادة مركب «دنا»، ووبخهم على قلة معلوماتهم عن اكتشافاته الكبرى وطردهما كما لو كانا بائعين علي الرصيف (كما شرح أولبى) وعلق تشارجراف على هذا التصرف بقوله «فى حياتى لم ألتق برجلين ذوى معرفة قليلة وطموحين إلى هذا الحد» .

كانت هناك احتمالات لأنماط عديدة صممت لمادة «دنا»، افترضتها فرق مختلفة، ولكن واحدا منها كان كامل الإقناع، ففى عام ١٩٥٢ استشار كريك الرياضى المشهور جون جريفيث عن التواليف الممكنة للأدينين أو الثيمين والسيتوزين أو الجوانين التى مكنها أن تبنى طرازها الخاص بتركيب مادة «دنا» ، ولكن لم يمكن التوصل إلى توليفة من «دنا» واحدة تناسب كل حالات تلك التوافيق .

ولكن كان هناك حل وحيد ممكن يتمثل في تركيب أنيق مقترح من واتسون في آخر فبراير ١٩٥٣، ولكن في ٢٧ فبراير نوه كريك بأنه لا زالت هناك مشكلتان باقيتان، تحتاجان إلى حل ، وفي اليوم التالي أخرج واتسون مجموعة النموذج مرة أخرى وبدأ في إعادة ترتيب القواعد وفي هذه المرة بدا أن فكرته سوف تنجح، فقد كتب «أن الروابط الهيدروجينية بدت كما لو كانت تتكون طبيعيا» ، وهو رأى قيل بدون أى غش ، وحينما أتى كريك بعد ذلك وافق على اقتراح واتسون ، وبذلك أصبح النموذج الذى اقترحه واتسون في تناول الموضوع ناجحا .

ومشى كريك بخطى واسعة بجانب حارة المدرسة الحرة ليشرب الجعة في حانة النسر، وبينما يمشي في الحانة ويخبر كل من يقابله أنه عثر على «سر الحياة» ، وفيما بعد كتب لهم ويلسن خطابا يقول فيه «الظن أنكما زوج قديم من الأوغاد» ولكنه وافق على أن نموذجهم بدا مطابقا للحقائق المعروفة، وقال براج الذى حاول أن يوقف بحثهم، «حسنا إن كل اليونانيين ينتمون إلىّ». وفي كل عدد مجلة «الطبيعة» المنشورة في ٢٥ ابريل ١٩٥٣ كان النموذج مطبوعا على شكل بحث قصير من تأليف كريك وواتسون ، وتبعه نموذج آخر من ويلكنز وفريقه ، وجاء بعد ذلك بحث ثالث من تأليف روزالين فرانكلين ، وتشارك كل من كريك وواتسون وويلكنز في جائزة نوبل للطب عام ١٩٦٢ ، ثم توفيت فرانكلين إثر إصابتها بسرطان الدم عن عمر يناهز ٣٠ عاما .

وقد درس عالم الأحياء البريطاني فريد سانجر المولود في جلوسستر شاير عام ١٩٤٣ تتابع الأحماض الأمينية على جزئي «دنا»، وكان قد درس تتابع هذه الأحماض في البروتينات . وفي عام ١٩٤٣ بدأ سانجر في التعرف على تتابع الأحماض الأمينية في جزيء الأنسولين، وفي عام ١٩٤٥ اكتشف أنه يمكنه قطع سلاسل الأحماض الأمينية إلى عدة أطوال باستخدام المركب ٢-٤- داينيترو فلوروبنزين، واستغرق سنوات طويلة للتوصل إلى تركيب هذه المادة الهامة. وفي الوقت الذى اكتمل فيه مشروعه عام ١٩٥٣ أصبح قادرا على أن يعلن عن وجود فروق دقيقة بين صور الأنسولين في الأنواع المختلفة ، وتحول في المرحلة التالية إلى تمييزتتابع الأحماض على الحامضين النوويين «دنا»، و «رنا» (حامض الريبونيوكليك) ضمن اكتشاف عديد من الأنزيمات حول العالم ، يمكنها تقطيع مادة «دنا» إلى عدة أطوال وتجميع هذه الأطوال .

وقد أدى هذا إلى إيجاد تقنيات إعادة التجميع المستخدمة حاليا للكشف عن تركيب الجينات، وأحد الأدوات المفيدة هى دائرة صغيرة من مادة «دنا» التى يمكن إزالتها من الخلايا ، ونسخها بأعداد كبيرة، وتغييرها وحينئذ إعادتها ثانية . وهذه الدوائر معروفة بالبلازميدات كأداة هامة يستخدمها علماء الوراثة .

وحينئذ برز إلى الوجود الاكتشاف الحاسم (التفاعل المتسلسل لإنزيم البوليميرز) المسمى (ت م ب) بيد كارى موليس (قبيل ١٩٤٤) الذى كان يعمل فى مطعم حين أغرى بالرجوع إلى شركة إستياس بكاليفورنيا، فوجد أنه بتسخين مادة «دنا» مع أنزيم البلمرة (البوليميزين) المستخرج من بكتريا توجد فى منطقة الينابيع الساخنة (هوت سبرينجر) وقارنها بعينات أخرى لم تتعرض للتسخين، وكانت النتيجة أن فى المعاملة الأولى أدى التسخين مع الإنزيم إلى تفاعل متسلسل كان بمثابة ضغط زناد مادة «دنا»، وحفزها على الاستمرار فى إكثار نفسها لدرجة أنها أنتجت كميات هائلة من نسخ مطابقة للأصل . وقد أعطى هذا الاكتشاف الفرصة لاستعادة مادة «دنا» من عينات متناهية فى الصغر، كما أحيا فكرة «حديقة الديناصورات» ولا تتخيل أن دنيا العلم قد تم استقرارها فجأة أو جرت أفكارها فجأة وبالصدفة، فأبحاث موليس كانت قد رفضت من المجلات والدوريات العلمية الهامة ولم يكن عمله يلقى اهتماما من العلماء فى إستياس. وبينما دفعت له الشركة مكافأة قدرها عشرة آلاف دولار أمريكى، اشترى بروش الاختراع بثلاثة آلاف دولار أمريكى. وذهب موليس ليتسلم جائزة نوبل عن اكتشافه فى ١٩٩٣، والآن أصبح لديه معهد خاص فى كاليفورنيا، وكل مساء يقوم بالتزحلق علي الجليد بالقبقاب ذى النصل. كما يتزحلق على الأمواج فى الفجر ، فى نفس الوقت الذى يواصل فيه نشر البحوث عن (ت م ب) بمعدل ١٠٠ بحث يوميا .

ومكنت تحاليل مادة «دنا» من تتبع علاقات القرابة بين العائلات النباتية والحيوانية، للحصول على أدلة فى المحاكمات عن جرائم القتل وللكشف عن تاريخ العائلات، وسرعان ما سنستخدم مادة « دنا» فى اختبار جودة المواد الغذائية (وحتى لنختبر نقاوة عصير البرتقال المزعومة).

وقد وصل العلماء فى الماضى إلى التندرا القطبية، بأمل استعادة عينات من الحيوانات المنوية لحيوان الماموث المتجمد ، والتى توفر الاحتمال بإعادة إحياء هذه المخلوقات الخرافية .

واستغرق الأمر ثلاثة قرون للتحرك خلال هذا النسيج المزدان بالصور من خداع وتنافس أو فضول شخصى وتشجيع شخص مخلص من أول تمييز للخلية إلى تسخير التقنيات الرابطة. ومن الآن سيزيد التقدم إلى النجاح بصورة لا يمكن تخيلها. والآن يبدأ الفيزيائيون فى إظهار اهتمامهم بمادة «دنا» فهم يستطيعون لوى الجزىء إلى أشكال غير طبيعية ويسخرون خواصها المتميزة لأغراضهم، كما أنه لديهم وقد انقسم الحلزون المزدوج إلى نصفين ، يمكنهم قياس القوة التى تمسكهما معا، ولدى العلماء على اختلاف انتماءاتهم العلمية آمال فى استخدام مادة «دنا» كخيط مجهرى يساعدهم فى حل المشاكل التى تنتمى إلى الوراثة، فكل امرئ يحتاج إلى أن يبقى على اتصال بالبحث ، حينئذ يمكن أن نأمل فى فهم ما يدور – وعندما نفهمه – نستطيع أن نأمل فى السيطرة على المستقبل .

(٣)

كيف بدأت الخلايا

إنها الخلايا الحيـــة التى صنـــعت مـن العالم ما هو عليه الآن، فللخلايا الوحيدة تأثير هائل على بيئتنا وعلى المجتمع الإنساني بأسره. وكثير من المناظر الطبيعية ناتج عن نشاط الميكروبات ، فالصخور البيضاء المكونة من الحجر الجيرى وما يتفرع منها من سهول مرتفعة فى دوفر، بنتها المجتمعات الميكروبية التي عاشت منذ ملايين السنين، حيث احتشدت قشورها المعدنية الدقيقة فى قيعان البحار ، وبمرور ملايين السنين تصلبت هذه الطبقات وتحولت إلى طبقات صخرية اندفعت لأعلى بفعل التغيرات الجيولوجية والتعرية لتكوّن المناظر الطبيعية التى نراها اليوم. وحيثما توجهت فى العالم، ستجد أنواعا مختلفة من الكائنات أورثت بقاياها للعالم الحديث . وتوجد فى كاليفورنيا رواسب ضخمة من الصخر الأبيض السهل التفتت، المتكون من زجاج دقيق التقسيم. وتتكون المرتفعات الصخرية من هياكل متحجرة للطحالب الدياتومية وحيدة الخلية . وهذه الطحالب الصغيرة الجميلة تقوى خلاياها ببناء هيكل داخلى من السليكا النقية وحين تموت هذه الخلايا بأعداد ضخمة تخلف وراءها هذه الهياكل الزجاجية، حيث يجرى استخراج هذه الرواسب الضخمة من مركب (الدياتومايت) المعدنى ، الذى يدخل فى تركيب معاجين الأسنان (كمادة كاشطة خفيفة)، وفى صناعة الديناميت (حيث تمتص وتثبت مادة النيتروجلسرين) .

وتقوم الميكروبات الحية بتنظيم بيئتنا اليوم ، فحين تسقط الأوراق فى الخريف ، فى حديقة عامة يقوم عمال الحديقة بكنسها والتخلص منها، فى حين أنه لا أحد يكنس هذه الأوراق التى تسقط فى حقل مجاور لهذه الحديقة العامة، ولكنها تختفى منه خلال أسبوع أو اثنين من سقوطها ، والإجابة أنها تختفى بفضل نشاط فريق الميكروبات فى التربة ، فتكسر الأوراق، وتعيد محتوياتها الأساسية النافعة إلى التربة مرة ثانية، حيث

تستخدم بواسطة الجيل التالى من النباتات وكذلك الحال فى الحيوانات الميتة فى الأحراش ، بخلاف تلك التى تصدمها السيارات السريعة، ففى خلال أيام تحتل الميكروبات جثة الحيوان، وتقوم بنظام متسلسل بتكسير بقاياها إلى مركبات قابلة للذوبان سهلة الهضم بحيث تعود هذه المركبات إلى التربة فى صورتها الأخيرة .



شكل (١٧)

دياتومات البرك ذات القواقع المكونة من الزجاج النقى الدياتومات هى طحالب تنتج هيكلا داخليا من السليكا لتدعيم الخلية، فتفرز زيتا، ويحتمل أن تكون حقول زيت البترول الموجودة اليوم ناتجة عن تجمعات كثيفة من تلك الدياتومات، ولا يزال مركب «الدياتومايت» يستخرج حتى اليوم من الصخور الضخمة المحتوية على السليكا الناتجة من الإفرازات المتجمدة لتلك الطحالب فى «لومبوك» و «كاليفورنيا»، حيث يستخدم فى صناعة كل من الديناميت ومعاجين الأسنان، وقد رسم هذا الرسم الإيضاحى «وليام كاربنتر» فى الثمانينيات من القرن التاسع عشر .

وبدون النشاط الذى لا ينقطع لهذه الميكروبات كان العالم سيصبح فى حالة لا تصلح للعيش فيها .

وكذلك ندين لعالم الميكروبات بهوائنا الصالح للتنفس، فمن المدهش أن غاباتنا لا تبذل جهدا كبيرا فى تزويدنا بالأكسجين، وصحيح أنها كنباتات خضراء تنمو فى ضوء الشمس، تخرج الأكسجين، ولكن ليس لكل الوقت، فخلال ساعات الظلام تستهلك هذه

الأشجار أكسجينا وتخرج ثانى أكسيد الكربون، تماما كما نفعل فى تنفسنا لأنها تقوم بتمثيل غذائها المدخر لتستخدمه كمصدر للطاقة وعندما تصبح الشجرة كاملة النمو، تكون قد أسهمت تماما فى إمداد الهواء بالأكسجين .

ولكن هذه هى نصف القصة ، فعندما تموت هذه الشجرة وتتحلل ، تتكسر بفعل ميكروبات التحلل، وخلال هذه العملية، فإن الشجرة يعاد استخدام مكوناتها بعد أن تصبح متاحة للكائنات الأخرى فى البيئة، ويستهلك الأكسجين الذى أخرجته فى عمليات تحللها ، فإذا احترقت الشجرة كوقود، فإن الأكسجين المستهلك يحترق بكفاءة مساوية للأكسجين الذى خرج فى أثناء تكوين الخشب . ويتكون الرماد المتبقى من المركبات الكيماوية التى امتصتها الشجرة أثناء نموها، ولكن معظم كتلة هذه الشجرة كانت من ثانى أكسيد الكربون والماء .

ويعرف البناء الضوئى بأنه العملية التى يقتنص فيها النبات الطاقة من ضوء الشمس. وتتحكم فى هذه العملية الجينات فى خلايا النباتات ، وكذلك (بالرغم من أننا نفهم هذه العملية بقدر كاف)، فالعلم لا يمكنه محاكاتها ، فالبناء الضوئى يزيل الأكسجين من جزىء ثانى أكسيد الكربون ويطلقه مرة ثانية فى الهواء. وترتبط ذرات الكربون الباقية ارتباطا كيماويا بالماء، منتجة الهيدروكربونات والمركبات الأخرى بينما تنمو الشجرة، ويقوى هذا التفاعل بفعل ضوء الشمس فى كل ثانية يسطع فيها ضوء الشمس على الأوراق .

وأما فى عملية احتراق الخشب، فتنعكس العملية، حيث ينطلق الكربون متحررا من عناصر الماء ويتحد مع أكسجين الهواء الجوى (وهذا هو السبب فى أن الحريق ينتشر فى وجود أكسجين كاف) ، ويعيد هذا تشكيل ثانى أكسيد الكربون إذ تخرج عناصر الماء على هيئة بخار، كما تخرج الطاقة التى اقتنصت من ضوء الشمس أثناء نمو النبات على صورة حرارة ، وعند نهاية الدورة، نجد أن الشجرة قد أعيدت إلى مكوناتها الأصلية من ثانى أكسيد الكربون والماء والطاقة الحرارية التى كانت قد امتصت من الشمس ، من خلال الحرق ، أما الأكسجين الذى سبق إطلاقه فيعاد امتصاصه .

ويثور هنا السؤال عن مصدر الأكسجين ؟ والإجابة أن مصدره هو الميكروبات ، فالطبقات السطحية من المحيطات تكون أشبه بحساء من الطحالب الخضراء الدقيقة ،

تنمو وتتكاثر فى ضوء الشمس، مطلقة الأكسجين فى الجو وماء البحر المحيط بها. وتتجرف كتل من الخلايا المسنة إلى أسفل ، مكونة طبقة عميقة على قاع المحيط، وهذه هى التى تقتنص الكربون المتبقى، فالأكسجين المنطلق (فى خلال انقسام ثانى أكسيد الكربون إلى أكسجين وكربون) يظل فى الهواء وسوف يظل هناك ما لم يتسرب البحر العميق من المحيطات إلى السطح وتتحلل .

وبالرغم من أن ظاهرة الحياة الإنسانية تشكل واحدة من منافع الأكسجين الجوى، إلا أن الغاز فى حد ذاته خطير ، فهو مادة ضارة، تقوم بأكسدة أى شىء يمكنها أكسدته، فالطاقة المختزنة فى الأشياء المحيطة بنا كبيرة ، ويمكن لشعلة صغيرة أن تشعل سلاسل من الأكسدة الواسعة الانتشار طالما أن أكسجين الهواء يسبب دمارها . وتشكل الحرائق بأنوعها سواء تلك التى فى الغابات، أو الحرائق الكبرى التى حدثت فى شيكاغو ولندن وسان فرانسيسكو والتى محت عائلات بأكملها ودمرت مناظر طبيعية. الخطر الذى يشكل تهديدا كبيرا لحياة البشر، فالأكسجين هو السبب فى هذه الكوارث. تستخدم فى الاختبار القياسى لوجود هذا الغاز شظية متوهجة، ولإجراء هذا الاختبار : خذ شظية رفيعة من الخشب، وأشعل النار فى طرفها حتى تحترق مثل عود ثقاب طويل، وحينئذ انفخ فى ذلك اللهب فيتوهج الطرف العلوى منها، وإذا أدخلت هذا الطرف فى مخبار مملوء بالأكسجين ، ينفجر فورا مكونًا لهبا أبيض باهرا . وهذا هو السبب في أن أول تعليمات فى الطائرة هى إطفاء كل مواد التدخين قبل استخدام قناع الأكسجين، وبإغفالك تلك التعليمات الأساسية فأنت تخاطر بتعريض نفسك لأن تصبح مغلفا باللهب، فالطاقة تتحرر بالأكسجين، نتيجة لمهاجمة الكربوهيدرات فى مجرى دمائنا، لتزود أجسامنا بالدفء، ولذلك ، فإن تعبير «الملء بالطاقة» يعبر عن التفاعل الكيماوى الذى يعطى لأجسامنا دفئا إلى درجة ٣٧ مئوية، وقد تكون هذه الدرجة أعلى بدون سيطرة (كما فى حالات الحمى)، ولكن لدينا نظام آليّ معقدٌ من التبريد يمنع من ارتفاع حرارتنا إلى درجات كبيرة. وأحيانا يعمل مخدر عام على حفز تفاعلات تؤدى إلى فقد السيطرة على تنظيم درجة حرارة الجسم وإلى الارتفاع الضار لحرارة الجسم، وفى هذه الحالة لا يستطيع الطبيب أن يفعل الكثير، وتؤدى عدم سيطرة جسم المريض علي استخدام الأكسجين إلى ارتفاع مميت لحرارة الجسم، فيموت المريض نتيجة ارتفاع الحرارة. وتكون الطاقة المختزنة فى الجسم من الكبر بحيث أنه، فى بعض حالات نادرة، ولكنها موثقة جيدا، يحدث أن شخصا ذاهبا إلى شأنه أو شأنها اليومى

ينفجر وتشتعل النار اشتعالا ذاتيا فى ذلك الشخص. وقد رويت هذه الظاهرة فى الروايات ، والأدب الشعبى وأيضا فى الأدب العلمى، وهى شهادة على قوة الأكسجين حين يخرج تأثيره عن السيطرة، فلدينا مثال عن قصة السيدة إسيكس ، وهى سيدة متوسطة العمر من القرن السابع عشر ، وجدت محترقة فى فراشها بدون أى علامات على حدوث حريق فى أى مكان من المنزل ، وحتى السرير الذى كانت تنام عليه بقى غير تالف نسبيا .

وكتب معلق معاصر فى ذلك الوقت «لا أعرف سببا لهذا الموت»، وظل سبب هذه الظاهرة لغزا إلى اليوم . وفيما بعد ذلك بينما كان مقاول مبان فى يوركشاير يقود سيارته تجاه أحد مبانيه ، لوح بيده للعمال من خلال نافذة سيارته، وفجأة تحول إلى كرة من النار، بينما كان باقى السيارة سليما نسبيا. وفى لندن، نشرت جريدة «الديلى تلجراف» حادثة سائق الشاحنة الذى وجد متحولا إلى رماد فى كابينة شاحنته، ووجد المحقق أن الحروق البالغة فى الجزء الداخلى للكابينة كانت سطحية، وكان السائق نفسه محترقا إلى درجة أكثر قليلا من التحول إلى رماد، بيد أن وعاء الوقود كان سليما، وكذلك باقى السيارة، كما نشر فى صحيفة مسائية ميتة الآن، تطبع فى لندن وتسمى «رينولدز نيوز» مقالا لمحرر وصف الحادثة التي حدثت فى غرب لندن لرجل انفجر فى الشارع واشتعلت فيه النار فجأة بأنه «ظهر كأنما ينفجر» كما ذكر فى الوصف، اشتعلت ثيابه بضراوة ، وكذلك احترق شعره، وانصهر حذاؤه المطاطى فى قدميه. وفى أواخر خمسينات القرن العشرين ، اشتعلت النار فجأة فى شابة بمرقص، وفى التحقيق شرح زميلها فى الرقص (أيد الشهود الآخرون هذه القصة) ما حدث قائلا: «لم أر أحدا من الناس يدخن على حلبة الرقص ، ولم تكن هناك شموع على الموائد ولم أر ثوبها يلتقط النار من أى شىء» . وأنا أعلم أن هذه القصة غير معقولة، لكنها أظهرت لى أن النيران قد انفجرت مشتعلة فى اتجاه الخارج، كما لو كانت قد نشأت داخل جسمها، وسجل المحقق سبب الوفاة فى الشهادة بأنه حادثة ، مضيفا إلحاقًا فريدا ذكر فيه «أن الوفاة تسببت عن نار من مصدر غير معلوم» .

قد تكون الطاقة المختزنة داخل فرد واحد كافية جدا لتسبب حريقا هائلا ، ولكن هناك مشاكل واضحة فى فهم كيفية حدوث الاحتراق الذاتى ، وهذا بالضبط ما نحتاج لشرحه ، فكيف يبدأ الاحتراق الذاتى؟ مع أن وجود البيئة المائية فى الجسم الحى تمنع تلك الظاهرة، وقد وضعت افتراضات للإجابة على أول هذه النقاط فى الماضى ، وسأقدم

المشكلة الثانية. فهناك إجماع فيما يبدو على أن الكهرباء الاستاتيكية هى المسئولة عن إحداث الشرارة الأولى التى تشعل النار. وقد أجرى روبن بيتش، مستشار بروكلين، مجموعة من تجارب ليرى إلى أى حد يحتاج الشخص عادة إلى شحنة كهربائية، وذلك عن طريق وقوف شخص على سطح معدنى معزول، ويمكن عن طريق هذا السطح قياس أى شحنة بواسطة جهاز قياس الجهد الكهربى (الفولتيميتر)، فكانت أعلى قراءة هى ٣٠٠٠٠ فولت تم الحصول عليها من موظفة شابة، ولذلك أوصى بيتش بأن يتم نقلها إلى قسم من الشركة بعيدا عن المواد القابلة للاشتعال. وكذلك فقد اكتشف نفس المستشار أن القراءات التى تزيد عن ١٠٠٠٠ فولت وجدت فى الناس الذين يتميزون بجفاف البشرة، والذين (تحت ظروف الرطوبة المنخفضة) يمشون على السجاد. وقد سبقت منذ زمن طويل معرفة أن الكهرباء الاستاتيكية تنتج من هذا النوع من الحالات. وفى الحقيقة، فهناك طريقة قديمة لبيان الشحنات الإستاتيكية، بدعك قضيب من المطاط بمنديل حريرى، وكثير منا شاهد شرارات تطير بينما يخلع أحد ثيابه فى غرفة مظلمة (وبالذات عندما يكون الهواء جافا والثوب مصنوعا من ألياف صناعية) ، ويمكنك حتى سماع صوت الشرارات الإستاتيكية تطير عند تمشيط شعر طويل. وكان تقدير بيتش هو أنه قد يوجد من بين ١٠٠٠٠٠ شخص، شخص لديه بشرة جافة جفافا غير عادى تنطلق منه الشحنة الكهربائية مباشرة لا تعوقها طبقة الرطوبة الرقيقة على بشرة هذا الشخص . ويظن أن الناس الذين اشتعلت فيهم النار قد سببوا خسائر سنوية للصناعة الأمريكية تقدر بعشرات الملايين من الدولارات .

ولكنه لم يستطع الإجابة على السؤال الأساسى وهو: «كيف يمكن لشرارة متناهية الصغر أن تترجم إلى حريق هائل مميت؟ وأظن أن الإجابة تكمن فى خلل فى نظام التمثيل الغذائى للإنسان يظهر على بعض الناس، وبالذات حين يمرضون . وأنا أشير هنا إلى تكوين الأسيتون ، فهناك الكثير من الأمراض ما يسبب تغيرا طفيفا فى كيمياء الجسم، بحيث يبدأ الجسم في إنتاج الأسيتون، كأحد نواتج التمثيل الغذائى، وربما تكون قد شممت رائحة الأسيتون من زفير طفل مريض (أحيانا يحدث ذلك مع التسنين)، وتكون أحد العواقب الهامة لذلك هى اتهام الطفل – على غير أساس من الصحة – باللعب فى مواد لاصقة، وتقدم الإرشادات الموجهة للآباء القلقين لاكتشافهم رائحة مذيب فى زفير الطفل كدلالة على سوء استخدام ذلك المذيب ، الذى نادرا ما يحدث ، فمعظم الأطفال يزفرون الأسيتون كنتيجة لمرض خفيف، وليس بسبب أنهم تناولوه. وهناك خاصيتان للأسيتون نواتا أهمية كبرى لى فى هذا الصدد :

أولا : الأسيتون ذو قابلية كبيرة للاشتعال :

وفى الحقيقة أن خليطا من الأسيتون والهواء يكون قابلا للانفجار العنيف .

ثانيا : أن الأسيتون مذيب ممتاز للدهون :

فحين ينتج فى الجسم يمكنه أن يقوم بتشبيع الطبقات الدهنية .

وبناء على ذلك، يمكن لشخص ذى طبقة (قابلة للاشتعال) ، من الدهون الغنية بالطاقة (المشبعة بمذيب شديد القابلية للاشتعال) أن يحترق ذاتيا،، وحينما تحتفظ فى ذهنك أن إمداد الدم يثرى الجسم بالأكسجين، ذو الاستعداد الحيوى للمساعدة على بدء الاشتعال، أعتقد أننا يمكن أن نصل إلى حالة يكون فيها الجسم قد أعد إعدادا أوليا للاحتراق الذاتي. ويبدو لى أن هذا الأمر يوفر تفسيرا ممكنا لأحد أغرب المآسى التى تثير التخبط. وفى نفس الوقت ، يذكرنا بقوة الجسم كمخزن للطاقة، وكذلك يجعلنا نتحقق أن الأكسجين ضرر كامن ما لم يتحكم فى تفاعلاته الكيماوية تحكما كافيا. وفى ذات الوقت، وبالنظر إلى ما يحدث عندما يتسرب محلول الأكسجين المسال إلى سيارتك، فنحن نصنع الصلب بصهر أكسيد الحديد، وباستخدام الطاقة الحرارية، وسحب الأكسجين باتحاده مع الكربون ، فينتج أننا ننتهى بالحديد، وينطلق ثاني أكسيد الكربون كناتج ثانوي فى الهواء فى صورة سحابة كثيفة من الدخان ، ويتم حينئذ تشكيل الحديد (الذى يحتوى على قليل من الكربون الذائب ، ويتغير اسمه تبعا لذلك إلى الصلب) ، فى صناعة السيارات. ومنذ هذه اللحظة، يبدأ انقلاب هذا التفاعل إلى العكس ونعود ثانية إلى أكسيد الحديد، فكما يدخل الماء والأكسجين فى جسم سيارتك، يعاود أكسيد الحديد الظهور ثانية، ونسميه «صدأ» وبتركه مدة طويلة بدون لمسه، فإن السيارة سوف تتحول إلى كتلة بنية من أكسيد الحديد، ونحن نستخدم تعبير «الصلب» كاستعارة تدل على القوة، بيد أن الماء والأكسجين يستطيعان إفساد السيارة وتحويلها إلى تراب ، فلا يعتقدن أحد أن الأكسجين غير ضار، فهو عنصر كيماوى شديد القابلية للتفاعل ، وتسير طاقة تفاعله بسرعة أسرع من الصوت وأسرع من الذين يخططون لهذه التفاعلات .

حين تكونت الكرة الأرضية، فلا بد أن الأكسجين كان نادرا، ولا بد من أن هذا العنصر الشديد القابلية للتفاعل كان متحدا مع عناصر أخرى، تلك المركبات المعروفة باسم الأكاسيد ، أحدها ذلك الأكثر أهمية وهو أكسيد الهيدروجين – أى الماء (يد٢ أ) ،

فالهيدروجين يحرق بضراوة، وهو أيضا الذرة الأبسط بين جميع الذرات، ذات بروتون واحد وقلبها موزون بإلكترون واحد يدور حول البروتون .

في المراحل المبكرة من تكوين الأرض، كانت هناك مركبات عديدة من الهيدروجين والماء في جزيء عجيب ، والماء هو فقط المادة المعروفة التي توجد في الحالات الثلاثة – الصلبة والسائلة والغازية – على سطح الأرض ، وهي أيضا من ضمن المواد القليلة التي تتمدد بالتجمد، وهذا هام بالنسبة للحياة : فإذا تجمد الماء من القاع لأعلي ، يصعد أي كائن إلى سطح الماء ويموت ، وهذا بسبب أن الماء لا يطيع القوانين العلمية العادية التي تمكن من الحياة .

وبغض النظر عن يد ٢ أ (الماء)، هناك أيضا يد ٤ ك (غاز الميثان، ويكتب تقليديا بطريقة معكوسة هي (ك يد ٤)، يد ٢ ن (غاز الأمونيا وتكتب كذلك ن يد ٣)، يد ٢كب (كبريتيد الهيدروجين) ، وهو غاز سام لنا، لتركيزه في حدود ، ينبغي عدم تجاوزها في أماكن عملنا، ولكن كثيرا من الميكروبات يمكنها أن تستخدم ذلك الغاز كمصدر للطاقة والبعض ينتجه أيضا، وهذا هو السبب في أن نوبة من الاضطراب المعوي تتسبب في إنتاج هذا الغاز، الغني بالطاقة (ولذا فهو سريع الاشتعال)، ولذا فالأفضل أن لا تقف وظهرك إلى النار إذا كان محتملا أن تطلق سحبا غير مرئية من كبريتيد الهيدروجين بعد وجبة سيئة . وهذا هو الغاز الذي تنتجه الميكروبات التي تفسد البيض بالطبع ، وهو قابل للانفجار بطبيعته ، وحاول أن تشرح ذلك لطبيب صغير في عيادة طوارئ .

يكون الهيدروجين عددا من الأحماض، فيتحد مع الكلور لتكوين حامض الهيدروكلوريك (يد كل) ، وبإضافة الأكسجين إلى كبريتيد الهيدروجين لتكوين (يد ٢ كب ٤) حامض الكبريتيك، ومع النيتروجين والأكسجين لتكوين (يد ن ا ٣) حامض النيتريك، وتكون ذرة واحدة من كل من الهيدروجين والكربون والنيتروجين حامضا نعتبره سما قاتلا، (يد ك ن) المعروف باسم سيانيد الهيدروجين . ولكن إذا صففت خمسا من هذه المركبات معا ووصلتهم ببعضهم كيماويا، فإنك تكون (يد٥ ك٥ ن٥)، وهذا هو المركب المعروف باسم الأدينين، وهو مكون أساسي لجزيء مادة ثلاثي فوسفات الأدينوزين (ث ف ا) ، وهو مركز إطلاق الطاقة في الخلية الحية ، وهو أيضا مكون رئيسي في مركب «دنا» نفسه .

وإذا نظرنا إلى الكواكب التى تدور معنا حول الشمس لوجدنا كميات هائلة من هذه المركبات، وبالنظر إلى كيمياء الحياة علي الأرض ، فسنجد مشتقات هذه المركبات فى كل مكان فى الخلية الحية. فهذه الخلية الحية مكونة من محلول مائى للبروتينات هو السيتوبلازم الذى تسبح فيه مكونات الخلية، والبروتينات هى مادة الحياة. فهل ترغب فى الحصول على تجربة للمرة الأولى تتعرف فيها على ماهية مكونات الخلية الحية؟ يمكننى حينئذ أن أرشدك إلى أكبر الخلايا حجما والتى تتقابل معها فى حياتك اليومية، وهى بيضة الدجاجة، فالبيضة غير المخصبة للدجاجة هى عبارة عن خلية وحيدة ويبرز بعيدا عن حافة الصفار، النواة المجهرية للخلية التى تحتوى على الجينات، ولكن بياض البيضة هو سيتوبلازم صرف، وكل خلية فى جسمك مملوءة بشيء كثير الشبه بهذا النظام الخلوى، فهو نصف شفاف ورطب، لزج وناعم ويتكون من حشوة من البروتينات المذابة فى الماء. وكثير من الخلايا (وبالذات الخلايا الوحيدة التى عليها أن تعيش مستقلة) تحتوى على أجسام تخزينية، ويمثل صفار البيضة نموذجا طبق الأصل لاحتياطى الغذاء المخزن داخل الخلية الحية. ويتكون النظام المعقد للبروتينات من أحماض أمينية ، التى هى عبارة عن جزئيات من الكربون والنيتروجين والماء. وتتضمن طبيعتنا صدى للتركيب الكيماوى للأرض فى صورتها البدائية ، حين بدأت الحياة فى أبكر مراحلها، فالحركة من الأرض الساخنة إلى تدفقات الحمم الفائرة والبراكين المتفجرة إلى كوكب أكثر سلاما يسكنه أناس يعيشون الآن فاصلا موسيقيا – هو خلق الحياة نفسها .

وحتى كيمياؤنا الحيوية تذكرنا بأن الصور الأكثر تعقيدا فى الحياة تحتوى على نفس المكونات الكيماوية التى كانت تحتويها الأرض فى عصور مبكرة وما كنا نحتاج لمعرفته هو الآليات التى تربط بين تلك الكيماويات لكى يمكنها أن تبدأ فى إعادة تكاثرها. وكان هناك العديد من التجارب المعملية التى يمكن أن تلقى بعض الضوء على المشكلة، وكان أكثرها شهرة تلك التى أجريت فى عام ١٩٥٣ فى معامل هارولد يورى التابعة لجامعة شيكاغو ، بمدخل بسيط جدا، فإنه كان من المعروف لفترة طويلة أن النباتات تشتق كثيرا من كميات المركبات النيتروجينية اللازمة لها من الهواء وتمد ومضات البرق هذه التفاعلات بكثير من الطاقة، بحيث يكوّن النيتروجين الخامل فى الهواء الجوى نيترات تتزل مع ماء المطر، والذى يمكن للبرق إنتاجه أيضا ؛ قام ستانلى ميللر أحد الدارسين على يد يورى، بإدخال كل من الجزيئات البسيطة التى تحدثنا

عنها: الماء والأمونيا والهيدروجين والميثان فى دورق زجاجي ذى سدادة تمر فيها دائرة كهربية لتكون مصدرا للطاقة، وعندما مرر الكهرباء إلى داخل الدورق، حصل على مركب من المركبات الأولى للأرض مشحون بطاقة اكتسبها من الشحنة الكهربائية ، فى المعمل وتحاكى بذلك التفاعل فى الطبيعة نتيجة شحنة البرق - وبعد أسبوع من تركها بدأ وزملاؤه تحليل النتائج. فوجدوا فى الخليط الناتج طائفة من المركبات الكيماوية المعقدة، وكان الحمضان الأمينيان ، الألانين والجلايسين من أكثر المركبات التى اكتشفوها إرضاء لهم لأهميتهما البالغة للكائنات الحية اليوم. ومنذ ذلك الوقت، حاولت الفرق البحثية الأخرى إنتاج طائفة كبيرة من نفس الحامضين الأمينيين التى تكون البروتينات فى أجسامنا، ومن بين المركبات البالغة الأهمية التى تم تخليقها بهذه الطريقة مركب ثلاثى فوسفات الأدينوزين (ث ف ١) الذى يعمل كما رأينا، مخزنا رئيسيا للطاقة فى كل الخلايا ويغذى نشاط الحياة . وفى وقت لاحق قام ليزلى أورجل فى معهد سولك بكاليفورنيا بإنتاج مركب يشبه جزيئا طويلا يحتوى على ٥٠ وحدة حامض نووى (نيوكليوتيدات) تشابه إلى حد ما تركيب الحامض النووى «دنا» .

وتبقى مشكلة ينبغى التوصل إلي تفسير لها، وهى كيف أمكن لهذه المركبات البقاء دون تلف فى بيئة الأرض البدائية، فهناك قوى عديدة تكسر مثل هذه الجزيئات مثلما تقوم ببنائها. وللوصول إلى تفسير ؛ بدأت فى عام ١٩٧٢ فى كارديف أحاول العمل على إمكانية جديدة، وهى أن الحياة قد نشأت بالفعل على الأرض، ولكن نفس الجزيئات التى كونتها فعلا كانت تتطور فى الفضاء المحيط بالأرض. ونحن نعلم الآن أنه يمكنك أن تجد أدلة على وجود الكثير من المركبات العضوية فى الفضاء، ولذلك، هناك أسباب للاعتقاد بأن كيمياء الفضاء ربما تكون قد أمدت الأرض بالمادة الخام لهذه المركبات، فلدينا مخزون هائل من الطاقة الإشعاعية من عدد لا حصر له من النجوم عبر الكون، فهذه المركبات المعقدة التي تم تكوينها فى الفضاء لم تكن قابلة للهدم كتلك التى تكونت على سطح الأرض، فمصير عديد من المركبات المعقدة فى البيئة المائية للأرض أنها تتحلل تحللا مائيا، ولكن فى الفضاء سوف يقل هذا التحلل المائى كثيرا، وبحلول عام ١٩٧٣، نشرت الصحف التقدم المتواضع الذى أحرزته، وظلت هذه الفكرة منتشرة فى كارديف منذ ذلك الوقت. ولا أزال أعتقد أن بعضا من المركبات التي تكونت فى مرحلة مبكرة جدا من مراحل تكوين الأرض، ربما تكون تكونت فى الفضاء قبل نشوء الحياة فى الأرض ، فإذا كان الأمر كذلك، فإن بعضا من الجزيئات التى تتكون منها المادة الحية قد تكون أتت إلى الأرض فى صورة «سابقة التجهيز»، ومستعدة للعمل فورا.

ويرى باحثون آخرون أن الحياة انتقلت ببساطة إلي الأرض من الفضاء الخارجي عبر الكون فى مذنبات أو فى جزيئات تراب، وقد عرفنا منذ حقب عديدة توجد آثار عرضية من الجزيئات العضوية فى بعض النيازك، مما هيأ فرصة لظهور ما يسمى «بالنظرية الشاملة» التى تفترض أن الحياة قد انتشرت خلال الكون، حيث شغلت الفلاسفة فى كثير من البلاد ، حسنا ولكن لا تشغلنى . ففكرة الشمول لا تجيب على السؤال، وبالرغم من أنها تفترض أن الحياة يمكن أن تكون قد نشأت فى مكان بعيد كل البعد عن الأرض ، فإنها لا تبدو كذلك حتى فى الإجابة عن السؤال عن كيفية البدء الفعلى للحياة .

وحتى المحاليل الكيماوية يمكنها أحيانا تكوين أجسام كروية تشبه الخلايا البدائية، وبعضها أظهر أنه ينقسم إلى نصفين بينما يزداد حجمه، وليست هذه هى الحياة، بالطبع ولكنها تظهر الأسلوب الذى تتبعه الخلايا فى سلوكها منعكسا على صفحة المركبات المعقدة غير الحية. ويمكننا أن نرى أن فكرتنا عن أصل الحياة هى فكرة خام ومحدودة بحدود إدراكنا .

لا يمكن تخيل العنف الذى صاحب المراحل المبكرة من تكوين كرتنا الأرضية، فمنذ أربعة بلايين سنة مضت، لم تكن توجد حتى قشرة على السطح المنصهر للكوكب، وحتى اليوم ، تتحرك القشرة الأرضية بشكل تصادم رقائق مع بعضها بقوة نستطيع إدراكها ، فالقارات تتحرك بنفس السرعة التى تنمو بها أظافرنا تقريبا. ويمكن الحصول على بعض الأدلة عن طريق دراسة الشقوق التى فى قاع المحيط والتى من خلالها ينبثق الماء المغلى بتأثير التسخين البركانى، فهناك صور بدائية غريبة من الحياة تتجمع حول هذه الشقوق ، تأخذنا إلي زمن ماض، حيث فترة تسبق نشوء كوكبنا ، إلى صور الحياة الأولى ، التى مهما تكن، فقد ظهرت بسرعة مدهشة بعد أن بردت حرارة الأرض وظهرت قشرتها.

ونحن نعتقد أن القشرة بدأت تتكون منذ فترة ليست قبل أربعة بلايين سنة، وتفترض الاكتشافات الحديثة أن الميكروبات المتحجرة الموجودة فى الصخور كانت قد تكونت منذ ثلاثة بلايين ونصف بليون سنة، وإذا كانت هذه هى الحالة ، فإن الكوكب قد خرج من حالة الفوران والانصهار إلى تقديم بيئة تصلح للحياة فى أقل من ٥٠٠ مليون سنة . وهناك افتراضات أن هذه الفترة يمكن أن تكون أقصر إلى ١٠٠ مليون سنة ، ويوفر ذلك سببا لتخيل التشابه فى الحياة الناشئ فى أى مكان آخر فى الكون .

كان على أسبق الكائنات ظهورا على سطح الأرض أن تتعامل مع مركبات تتضمن حامض الهيدروكلوريك وكبريتيد الهيدروجين، ولا تختلف عنها كثيرا صور الحياة التى نتعامل معها اليوم، فهناك مثلا من حامض الهيدروكلوريك فى معدتك ما

يكفى لإحداث ثقب فى البساط، وبالرغم من أننا نجد كبريتيد الهيدروجين (يد ٢ كب) غازا ساما وكريها، فلو استبدلنا ذرة الكبريت بذرة أكسجين فإننا ننتهى بالماء (يد ٢ أ) الذى هو أساسى لكل صور الحياة . ويبدو من الغريب أن أكثر الكائنات تبكيرا فى الظهور علي الأرض لم تكن كافية لتؤدى إلى صور الحياة التى نراها اليوم، فقد اكتسبت طاقة الحياة من تكسير الجزيئات الكيماوية عن طريق تكسير الجزيئات الكيماوية واقتناص الطاقة التي تم إطلاقها. وهناك حد لذلك، فبمجرد أن تنفذ الطاقة لا يبقى شيء يساعد على استمرار الحياة، فالذى كان متطلبا هو الوسائل - ليس مجرد إطلاق الطاقة، ولكن اقتناص طاقة جديد، وهذا هو دور البناء الضوئى، أو تسخير طاقة الشمس لصالح الإنسان. وفي العالم المعاصر، نفكر فى النباتات الخضراء ، بصفتها تلعب الدور الرئيسى فى هذا الصدد، ولكن أقدم كائنات قامت بالبناء الضوئى لم تستخدم الكلوروفيل المعهود. لكن كانت صبغات البناء الضوئى الخاصة بهذه الكائنات أرجوانية حمراء. ونجد أنفسنا على أرض ألفة مع هذه الكائنات، لأنها لا زالت موجودة إلى اليوم، وفى الحقيقة، توجد بعض البكتريا التى تعيش على البناء الضوئى فى الصخور عمرها أكثر من بليونى سنة ، ولا نزال فى العالم الحديث نستخدم الطاقة المستمدة من تلك الميكروبات التى ماتت منذ عهد بعيد. بالضبط كما تحتوى بيضة الدجاجة علي مخزون من الصفار لاستخدامه فى إطلاق الطاقة وتوفير الغذاء ، فإن الخلايا الوحيدة التى تقوم بالبناء الضوئى تبيض مخازن من الطاقة كذلك، وبعض هذه الخلايا يكون الهيدروكربونات عن طريق اتحاد الماء مع ثانى أكسيد الكربون، بينما يمضى البعض الآخر لأبعد من ذلك ويخزن قطرات من الزيت داخل الخلية. وكما فى حالة التيارات الكبيرة من الخلايا الميكروبية الميتة الراقدة على الحجر الجيرى والطباشير والدياتومايت ، فإن النموات الضخمة من هذه الكائنات قد أنتجت تراكمات ضخمة من الزيوت التى نستخرجها الآن من آبار البترول لكى نوفر الوقود لدنيانا المعاصرة، فإذا نظرت إلى دياتوم وحيد الخلية تحت المجهر، فيمكنك أن ترى هيكله الزجاجى الداخلى، وقطرات الزيت العاكسة للضوء التى ترقد فى انتظار من ينتفع بها فى الأيام الحالكة المقبلة. حاول تكبير ذلك مليون مرة وسوف تعرف كيف تكونت حقول البترول التى يعتمد عليها المجتمع الإنسانى فى هذا الزمن، فالطاقة الشمسية التى اقتنصتها تلك الخلايا تتحرر من خلال الفرن، والدفء ، اللذين يشعهما مبنى مركزى التدفئة هى نفس الطاقة التى اقتنصتها الميكروبات من الشمس منذ بليون سنة ووضعتها فى ذلك المخزن ليكون وقودا نستخدمه فى مستقبلنا .

وتكمن الشفرة المحددة لصنف الخلايا فى جيناتها، وذلك فى العدد الشديد الضخامة من المخلوقات الحية، فلا يمكن لأكثر إبداعات الخيال العلمى طيشا أن تبدأ فى تمثيل التنوع المذهل للخلية فى العالم الحقيقى، فبعضها يبلغ من الدقة الدرجة التى نحتاج فيها إلي مجهر إلكتروني للتعرف على تفاصيلها، بينما يكون البعض الآخر كبيرا إلى درجة إمكان إمساكه باليد بكل سهولة . وبالطبع فإن أكثر الخلايا الحيوانية التى ينطبق عليها الوصف الأخير هى بيضة الطائر التى (فى حالة النعامة) تزيد عن كيلوجرامين (أربعة إلى خمسة أرطال) ويصل البعد بين طرفيها إلى أكثر من عشرين سنتيمترا (ثمان بوصات) ولكن أكبر الخلايا النباتية حجما هى التى تنتمى إلى الطحالب البحرية المعروفة باسم «الكوبرليات» ، الوحيدة الخلية التى يصل طولها إلى متر (ثلاثة أقدام تقريبا) ويتعقد تركيب الكائنات الأكثر تطورا بدرجة مذهلة ، فبعضها يحتوى على نقاط للرؤية تركز الضوء بوضوح على نقطة شبكية. وهناك أنواع عديدة ذات جنوع منقبضة تسمح لها بالطفو في الماء المحيط بها، ولكن تعيدها إلى الأمان عندما تهاجم من الغير . ولدى الميكروبات وحيدة الخلية طائفة قوية من النظم للحركة، أبسطها فى الأميبا ، التى تنساب إلى الأمام مبرزة امتدادا جديدا من الجهة الأمامية للخلية فى نفس الوقت الذى تنسحب فيه مادة الخلية من مؤخرتها فى أثناء تقدمها. وعلى أى حال ، فلدى الأميبا نظم بالغة التعقيد فى خليتها تمكنها من أداء هذه الحيلة. وبالنسبة إلى نقطة من الهلام المائي عديمة الشكل فمن الصعب فعلا فهم الكيفية التى تتحرك وتتغذى بها، وتملك الميكروبات الأخرى أسواطا طويلة ورشيقة، تحركها خلال الماء ، وعديد منها مغطى بأهداف لتمكنها من شق طريقها بسرعة أكبر (حجم بحجم) من تلك التى يسبح بها سباح أولمبى. وقليل من الكائنات الشاذة لها سوط وحيد يبرز طرفه المتحرك فقط من الناحية الأمامية للخلية، وبذلك يسحب الخلية للأمام ، مثلما يفعل فأر صغير يمسك بلجام دب فى سيرهما معا .

لدينا فكرة طيبة عن الطريقة التى نشأت بها هذه الخلايا المعقدة من البكتريا الأبسط تركيبا ، من أسلاف هذه الخلية . ويبدو أن الخلايا بدأت تعيش داخل بعضها ، فالأسواط على سبيل المثال، التى تسبح بها بعض هذه الخلايا الوحيدة كانت موجودة منذ زمن طويل جدا فى الحقيقة داخل الخلايا التى تسبح بحرية ويوما ما كانت الميتوكوندريا كامنة داخل خلية اليوم (التى تقوم بالعمليات الكيماوية المسئولة عن بقاء الخلية حية) فى الماضى خلية بكتيرية مستقلة، قد عاشت داخل خلايا أخرى من خلال عمليات المواءمة . وسبب هذا الاعتقاد هو وجود الحمض النووى (دنا) داخل الميتوكوندريا والذى يدل دلالة واضحة على أن هذه الميتوكوندريات ربما كانت محتواة داخل الكائنات الدقيقة

في مرحلة ما. وبالمثل ، كانت الأجسام الخضراء التي تقتنص الطاقة في خلايا النبات تعيش حياتها قبل أن تندمج ضمن خلية أكبر وأعقد تركيبا. وهذه فكرة مذهلة يبلغ عمرها أكثر من قرن ، وصاحبها هو العالم السويسري أندرياس شيمبر مؤلف لكتاب ضخم عن الكساء النباتي الطبيعي في العالم، حيث افترض أن الأجسام الصغيرة الخضراء المحتوية على كلوروفيل في النباتات كانت فيما مضى طحالب مستقلة، وبحلول عام ١٩١٠ قام كونسانتين ميريشكوفسكي في موسكو بتوسيع نطاق هذه النظرية لتشمل البكتريا التي تدمج نفسها في خلايا لإنتاج أعضاء تشبه الأسواط، التي تستطيع بواسطتها بعض الخلايا أن تسبح ، وتكون عائلا لتراكيب خلوية أخرى إلى جانب ذلك .

منذ ذلك الوقت ، أجريت العديد من التجارب التي ساندت هذه الفكرة الثورية، ويظهر تحليل الحمض النووي (دنا) في بعض هذه الأجسام الصغيرة تشابها قويا للحمض النووي في البكتريا البدائية. ومن المقنع أكثر ملاحظات كوانج جيول من جامعة تينيسي ، فقد سجل أن مزرعة الأميبا في معمله قد أصيبت بالبكتريا التي هددت بمحو الأميبا ، ولكن خلال أسابيع بدأ قليل من خلايا الأميبا الناجية من الإصابة يعاود النمو مرة ثانية ، مع وجود البكتريا في داخلها حية بدون أن تسبب ضررا . فالأميبا قد تغيرت لتستوعب بقاء البكتريا داخلها ، التي بدورها طورت طرقها لكي تعيش داخل الأميبا بدون إحداث مشاكل، وهكذا تم إنتاج كائن جديد تماما ، وبمحض الصدفة ، وإذا كان اكتساب مكونات جديدة بهذه السهولة في الطبيعة، فغالبا ما يكون إنتاج الأنواع الجديدة قد تم بدمج اثنين (كانتا قبل ذلك خليتين من سلالتين مستقلتين) .

تملك مثل هذه الخلايا المعقدة التركيب نواة متميزة ، ويعطيها تركيبها الأكثر تخصصا ميزات هائلة على البكتريا الأرجوانية الأبسط تركيبا والطحالب الزرقاء - المخضرة التي مضت من قبل ، فقد ظهرت في بادئ الأمر منذ بليوني سنة ، في الوقت الذي كان الهواء الجوي غنيا في الأكسجين الناتج عن البناء الضوئي للبكتريا والطحالب الزرقاء - المخضرة ، التي أفرزت الأكسجين بينما كانت تستخدم الطاقة الشمسية وهذه الكائنات الأسبق في الوجود والتي تكون بها نواة ، أصبحت اليوم معروفة باسم «يوركاريوسايتات» ، والأكثر تطورا تصنف باسم «أيوكايوسايتات» وهي صورة من اليوركاريوسايتات التي تشمل الكائنات عديدة الخلايا، مثلما تطورنا بالضبط، وقد بدأت الخلايا من أنواع مختلفة تعيش في مجتمعات قامت بعملها كوحيدة الخلية منذ بليون سنة ، ومنذ ٥ر٥ مليون سنة كانت الحيوانات والنباتات مستعدة لترك البحار لتستعمر الأرض .



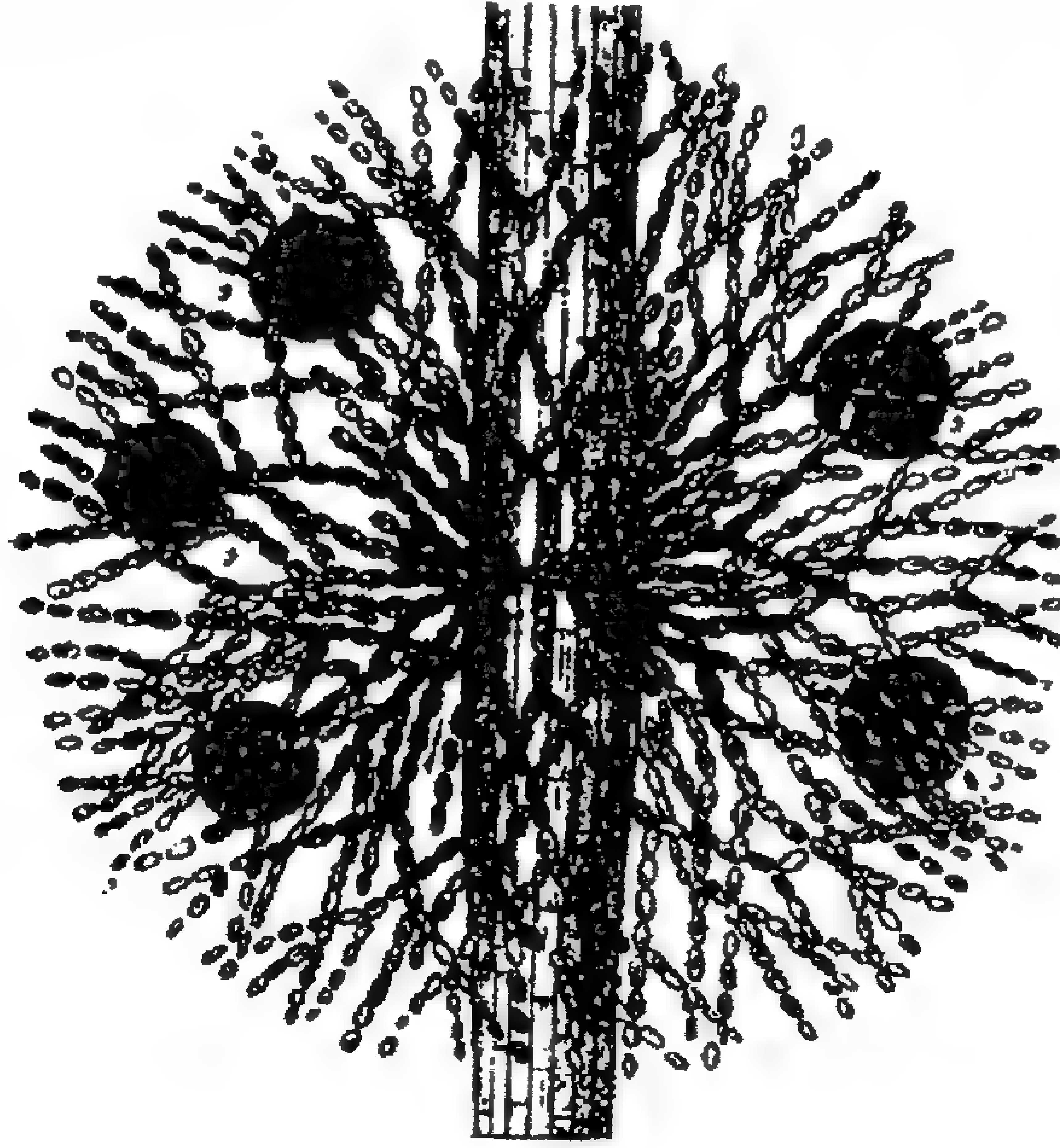
شكل (١٨)

تستطيع الطحالب توضيح الكيفية التى بدأت بها حياة الكائنات عديدة الخلايا :

ينتج طحلب المياه العذبة المسمى «باتراكوس بيرمام» خيوطا مغطاة بالهلام يذكر بمظهر بيض الضفادع (بالمعنى الحرفى للاسم)، يتكون الساق الأوّلى من خيط مركزى من الخلايا التى استطالت مكونة عناقيد من خلايا بشكل أشعة تنتج كريات مستديرة من الأنسجة تبرز للخارج على المحور الرئيسى ، وتتكون الأجسام الجنسية من داخل كريات الخلايا .

وتبقى هناك صعوبة فى المفهوم جديرة بأن تفسد هذه المناقشة وهى كيف يمكن لخلية وحيدة أن يكون مصيرها التطور إلى جسم مكون من خلايا عديدة (مثل خلايا الشخص) وتكون خلية بسيطة وحيدة، ولكنها فى نفس الوقت أيضا تحتوى على عناصر الكائن عديد الخلايا ؟ وكيف تحوز الخلايا أشكالا مختلفة جدا وصورا تعبر عن نفسها ككائن وحيد ؟ وقد صاغ البيولوجى بول فايس المشكلة فى هذه الكلمات «فى النظام المتطور المسمى «الكائن» ، تقـوم الخلايا بتقديم العناصـر... ولكن بداءة الكائن – أى البيضة – لا تتكون من خلايا، والآن تبرز هذه المشكلة فى صورة معضلة .

وأنا أعتقد أن الطبيعة الخاصة بهذه العملية المعقدة تكمن فى قمع بعض الأوجه الصغيرة لسلوك الخلية. والتأكيد على سلوكيات أخرى ، وطبقا لهذا الرأى ، تبدأ كل خلية بالقدرة الكامنة على تنفيذ كامل لكل النزعات – مثل الحركة والإحساس والهضم والاختزان – ولكن فى مختلف مناطق الجسم ، وفى المواقع المختلفة داخل الأعضاء ، تنمو قدرات خاصة على حساب أخرى .



شكل (١٩)

طحالب «بيض الضفدع» تحت القوة الكبرى للمجهر

يمكننا أن نرى بعض الخلايا تتخصص مثل الكتل البنائية للساق المركزى، والأخرى تخرج على صورة أشعة للخارج فى نظام فراغى محسوب بدقة بحيث لا تتنافس مع بعضها على الضوء والغازات الذائبة، ويمكن كذلك رؤية الأعضاء الجنسية داخل كتلة الخلايا، ويظهر هذا بدايات التطور نحو النباتات الوعائية .

فخلايا شبكية العين قد تصبح مخصصة لواجب استقبال الضوء مثلا، وتلك الخاصة بالعضلات، التى تنتج مطوعة الحركة لأعضائنا، فقد تخصصت فى الانقباض استجابة للنبضات العصبية فقط، بينما فقدت إمكانياتها الأخرى. وتكبت الخلايا الوظائف التى لا تحتاجها، وتسمح بالتعبير الكامل عن تلك التى تتوافق مع أداء وظائفها المتخصصة فى الجسم، وأنا أعتقد أن هذا الكلام صحيح بالنسبة للحيوانات أو النباتات عديدة الخلايا الكبيرة منها أو الصغيرة على حد سواء.

واليوم نعلم عن هذه الأعداد المتزايدة من النباتات والحيوانات من كل الأشكال والأحجام فبعضها يوجد كخلايا وحيدة صعبة الفهم بشكل مدهش، بينما تتميز الأخرى بقدرات خلوية على التخصص وإعطاء وظائف خاصة للعمل بها. وبالنسبة لى ، فإن الطريقة التى يسلك بها هى إفصاح عن سلوك هذه الخلايا المنفصلة التى يتكون منها وإذا كنا نستطيع أن نصل إلى تفهم حيوات هذه الخلايا، فسنبدأ فى فهم أصول الطبيعة الإنسانية .

(٤)

تسخير الخلية لصالح الإنسان

منذ بداية التاريخ، يسخر الإنسان طاقات الميكروبات، لتساعده في سرعة قضاء حوائجه ، ويقوم استغلال الإنسان للميكروبات على مبدأ تبادل المنفعة – فالكائن يتغذى على الطعام الذي يمده به الإنسان، الذي ينتفع بدوره بناتج التمثيل الغذائي لهذا الكائن. وتوجد فئتان من الناتج النهائي ، أولاهما ما نسميه «النواتج الأولية اللأيض» ، وهي النواتج التي يخصصها الكائن لنفسه ويستخدمها في نموه وتطوره. والأمثلة على ذلك هي الفيتامينات والبروتينات ، وأما النواتج الثانوية للأيض ، فتكون ، إن شئت ، النواتج التي تلفظها الخلية لانعدام قيمتها بالنسبة لهذه الخلية. وكثير من الجزيئات الهامة بالنسبة لنا هي نواتج لا قيمة لها بالنسبة لكائن ما، ولذلك فنستطيع أن نزرع الميكروب ونحصد نواتج نشاطه. ولنأخذ مثلا لإحداها، وهي فطر صغير مستدير الخلية وتسمى «الخميرة»، تتغذى الخميرة على السكريات وتدفع شفرتها الجينية الإنزيمات إلى اختزال النشا وتحويله إلى السكريات التي لا تزال أكثر في كميتها لتتغذى عليها، وفي أثناء ذلك تنمو ، وبينما تنمو ينطلق منها ثاني أكسيد الكربون (بالضبط كما نفعل) وتتخلص من هذه النفاية بإطلاقها في البيئة المحيطة بها، ونتيجة لاستهلاك السكر الناتج تتراكم النفاية الغازية التي تكون مصدرا رئيسيا للكحول الإثيلي (الإيثانول) ، وهو كحول البيرة ، والأنبذة والمشروبات الروحية. فإذا كانت هذه الخميرة في كتلة إسفنجية من النشا، فسوف يسبب غاز ثاني أكسيد الكربون فقاعات تزيد من حجم هذه الكتلة ، التي تعود إلى طبيعتها بالتسخين ، ويتطاير الكحول ويتبقى الخبز ، فالخبز يحتاج إلى فقاعات من غاز ثاني أكسيد الكربون لكي يزداد حجمه بالطريقة المضبوطة .

وهناك طرق أخرى للوصول إلى هذه النهاية، باستخدام كيماويات الخبيز (مثل بيكربونات الصوديوم) التى تطلق ثانى أكسيد الكربون عند تسخينها مما يمكن المرء من عمل «خبز فورى» بدون الحاجة إلى الانتظار حتى تقوم الخميرة بعملها (السحرى)، تختزل البيكربونات إلى كربونات وصودا - ولذلك يسمى الناتج «خبز الصودا» - وهو يحتفظ بطعم طفيف للصودا، ومع أن هذا المنتج أحد منتجات المخابز المعروفة جيدا، إلا أنه يمكن تمييزه على الفور لاختلافه عن نظيره المخبوز باستخدام الخميرة. ومما لا شك فيه أن بيكربونات الصودا بديل حيوى للخميرة، إلا أنه يذكرنا بالفائدة الحاسمة للتخمر الميكروبى، والتغير الطفيف فى النكهة والقوام عن ذلك الذى كان يمكن للتخمير التقليدى وحده إنجازه. ونتيجة لانتقاء أصناف قمح الخبز على مدار قرون لتحسين جودة الناتج بطريقة غير قابلة للتقليد ومعظمها يشكل شهادة تقدير لصناعة وابتكارية أسلافنا .

ينتج الخبز من نمو الخميرة فى عجين نصف صلب، فإذا نمت هذه الخميرة فى محلول مخمر، يهرب ثانى أكسيد الكربون إلى الهواء ويظل الكحول فى المحلول المخمر، وتكون النتيجة هى النبيذ . وإذا تم التخمير فى إناء مغلق تكون النتيجة إنتاج النبيذ ، وكذلك إذا تم التخمير فى إناء مغلق يؤدى ذلك إلى تكوين الشامبانيا، حيث يبقى كل من الكحول وثانى أكسيد الكربون فى الناتج النهائى .

وهناك كائنات أخرى تقوم بالتخمير وتساعد فى صناعة الأنواع المختلفة من الجعة، الجعة البلجيكية المعروفة باسم «اللامبية»، حيث تصنع بتجرية الحبوب النابتة فى المزيج الساخن الجاهز للتخمير فى حمامات نحاسية ضخمة وضحلة وكبيرة، فتطفو الميكروبات وتنتج الجعة من تخمير ذلك المزيج تخميرا طبيعيا. ويحكى لى أحد مدراء مصانع الجعة أنه اضطر لاستبدال القوالب القديمة التى كانت على سقف مصنعه بسقف حديث نظيف، وفى الربيع التالى، حينما كانت الجعة على وشك التصنيع - وقاموا بتحضير حبوبهم النابتة - فلم يحدث تخمير، حيث كانت الجراثيم المسئولة عن التخمير تختبئ فى تلك القوالب القديمة، ولذلك كان عليهم أن يرسلوا حملة للعثور على تلك القوالب القديمة وإعادتها إلى مكانها، فلما تم ذلك بسلام، عاد التخمير إلى طبيعته الأولى، فإذا تركت المشروبات الكحولية لتتخمر لفترة أطول فى وجود الهواء، فستعمل البكتريا المكونة للأحماض، وتكسر الكحول لتكون حامض الخليك، والنتيجة أن يصبح لدينا الخل. ويصنع خل الشعير من الجعة ولكن هناك خل النبيذ أيضا، ويصنع بواسطة تقطير النبيذ من خلال غرف تسمح بنوبان الأكسجين فى محلول النبيذ، لكى تستطيع بكتريا حامض الخليك العمل. وهناك طائفة كبيرة من النواتج النهائية يمكن صناعتها،

اعتمادا على الظروف البيئية التى يعامل تحتها السائل الكحولى. وأحد هذه النواتج هى الأسيتالدهايد، المستخدم فى الصناعة .



شكل (٢٠)

استخدام الخميرة من أجل الإنسان

تنمو بعض أنواع الخميرة كخيوط، كما تنمو بالتبرعم، ويمكنك فى هذه الصورة رؤية كلا من طرازى النمو ، وقد تم نشر هذا الشكل فى فرنسا فى القرن التاسع عشر فى كتاب مدرسى عن صناعة البيرة، وتوجد أقارب هذا الفطر على البشرة الآدمية وسطوح الثمار ، وبعضها يستخدم لإنتاج الخبز والجعة والنبيذ، والبعض الآخر يمكن أن يسبب ظهور مرض الحمى القلاعية فى المرضى الآدميين من الصغار والكبار .

وتعيش الخلية الميكروبية وتنمو وتتنفس وتنتج نفاياتها ببساطة، ولكن الطريقة التى تستخدم بها هذه النزعات تسمح لنا بصناعة طائفة كاملة من الأنبذة والجعات إلى أنواع الخبز والفطائر وكلها من ميكروب بسيط ووحيد الخلية. ويتضمن كثير من موادنا الغذائية التقليدية استخدام الحياة الميكروبية، فالشاى والقهوة والشيكولاته مصنوعة

جميعها بمساعدة الميكروبات . وترجع أصول الشكولاتة إلى أراضى قبائل الأزتيك، الذين كانوا يستهلكون كميات ضخمة من المشروب المسمى شكولاتة . وقد جلب كريستوفر كولمبس الشكولاتة معه إلى أوربا فى أواخر القرن الرابع عشر ، ولكنها لم تقابل بترحيب يعبر عن أهميتها ولكن سرعان ما أصبح مشروب الشكولاتة نمطا مميزا فى البلاط الإسبانى ، فقد صنعوه بخلط حبوب الكاكاو بالقرفة وجوزة الطيب والسكر، وأدت ندرة حبوب الكاكاو فى أوربا إلى أن ظل تحضير هذا المشروب محفوظا فى طى الكتمان لمدة مائة سنة. وتستخلص الشكولاتة من حبوب الكاكاو التى تنتجها شجرة الكاكاو الاستوائية، حيث تجمع هذه الحبوب وتترك لتتخمر لفترة حوالى الأسبوع ، حيث تتحول السكريات فى هذه الحبوب إلى كحول معطيا النكهة الكاملة المميزة للشكولاتة، نتيجة لهذا التخمير ، ولمادة الثيوبرومين الموجودة فى الشكولاتة تأثير مهدئ ومنشط على المستهلك .

تنتج شجرة القهوة حبوبا يتحول لونها إلى المحمر بينما تنضج وتشبه قليلا ثمار الكرز ، وتفتح الثمار بواسطة آلة لنزع اللب ثم تخمر الحبوب المستخرجة من اللب قبل أن تجفف فى الشمس. وهناك طريقة أقل تكلفة فى أداء هذه العملية. حيث تجفف كل الحبوب ببساطة بدون تخمير ميكروبى ، وتكون النتيجة «بُنّاً صلبًا» ذا جودة أقل من تلك التى عوملت بالتخمير التقليدى، إلا أن «البن الصلب» هو الطراز الذى ينتج عادة فى أغلب مزارع البرازيل، ويعتبر البن الناتج فى جامايكا وأمريكا الوسطى من بين الأنواع الأجود فى العالم ، ويمثل التخمير الميكروبى لحبوب البن المفتاح للتصنيع التقليدى لأفضل أنواع القهوة فى العالم. ولكن كثيرا من المنتجين لا يلقون بالا إلي هذه الحقيقة، فهم يحذفونها من سلسلة عمليات الإنتاج ، إذ يرونها عملية مضيعة للوقت، ويستفيد الشاى كذلك من مرحلة التخمير، فتسحق أوراقه وتنشر فى طبقات، وتترك لتتخمر فترة من الزمن تعتمد على صنف الشاى، ففى عمليات إنتاج أوراق الشاي الأسود التقليدى، تكسر الأوراق وتقطع إلى قطع صغيرة، وتترك لتتخمر لمدة ساعتين، بينما يتم تخمير أنواع الشاى الصينى لفترة أقصر. وفى الحقيقة لا يخمر الشاى الأخضر إطلاقا، ولكن يعامل بالحرارة ، فلا يتغير تركيبه كثيرا عن حالته حين القطاف، ويخمر شاى البوشنج لمدة قصيرة، ربما لنصف ساعة. ويتناسب طول فترة التخمير مع قوة نكهة الشاى، فكلما زادت هذه الفترة كان الطعم أقوى. وحتى البن تلزمه مرحلة تخمير تنقع فيها الحبوب ليومين أو ثلاثة تكفى لأن يتم تحلل اللب المحيط بالحبوب الطازجة وبذلك تتخلص الحبوب من اللب .

ويخمر اللبن بطرق عديدة، وأكثر نواتج تخمره نيوعا هو الجبن، ولكن صورا عديدة من اللبن المتخمر تصنع منذ آلاف السنين، وبعضها يحتوى على كحول، لأن الخميرة دخلت فى صناعته، مثل الجبن المعروف لدى الروس باسم (كفير) فهو يحتوى فقاقيع ثاني أكسيد الكربون علاوة على الكحول، و «الكوميس» الناتج عن التخمر الكحولى للبن الفرس. نجد فى الشرق الأوسط «اللبنة» المصنوعة من لبن النعاج والماعز، بينما توجد فى اسكندنافيا مجموعة ضخمة من أنواع اللبن الزبادى، بما فى ذلك بعض الألبان الخيطية التى تحتوى على نموات كثيفة من ميكروبات البكتريا العصوية التى تنمو فى سلاسل مكونة خيوطا تضفى خواصها على اللبن . ويأتى الزبادى نفسه ضمن أصناف كثيرة ، ومن الغريب التنويه بأنه (بالرغم من أنه معروف جيدا فى سوبر ماركت العالم الغربى) فقد عرف بصعوبة خارج المجموعات العرقية التى أنتجته من قبل، حيث عرف حديثا فى الستينيات من هذا القرن ، وتتزايد مرارة هذا النوع من الألبان المخمرة إذا ترك اللبن الطازج فى مكان دافئ، لأنه يحتوى على أعداد صغيرة من الميكروبات السبحية المتخصصة فى تخمير الزبادى عن طريق تكسير سكر اللاكتوز فى اللبن لتكوين حامض اللاكتيك (اللبنيك) . وتمنع البيئة الحامضية - عند رقم حموضة (ق يد) ٣ - نمو معظم الأنواع الأخرى من البكتريا (وتوقف استمرارها فى التكاثر حتى قبل ذلك بوقت طويل)، ومع ذلك فتوجد فى اللبن الطازج بعض هذه البكتريا التى تشبه العصى والتى تنمو وتتكاثر بسرعة. وتبلغ درجة حموضة اللبن (رقم ق يد) حوالى ٦٫٨ - فهو متعادل حقيقة -. وفى هذا الوقت تبلغ بكتريا اللبن الزبادى أوج نموها، فينخفض رقم (ق يد) إلى حوالى ٤٫٠ (وهو رقم بالغ الحامضية-، وبينما ينمو الفطر، فإن رقم (ق يد) يرتفع ثانية إلى نحو ٥٫٥، وهنا تلزم سيطرة دقيقة على ظروف النضج إذا كان المطلوب هو استمرار هذا التتابع. ويحتاج إنتاج اللبن الزبادى مزرعة نقية من البكتريا العصوية المتخصصة فى إنتاج اللبن الزبادى، وهى الأكثر استعمالا فى هذه العملية، كما سترى على بطاقة المنتج. فإذا كان الغرض هو صنع الجبن، فترفع درجة حرارة اللبن الآخذ فى المرارة إلى ٣٠ درجة مئوية (٨٦ درجة هرنهيت) ويضاف الإنزيم المسمي بالرينين، وهو مستخرج من المنفحة ويعمل على تجبن اللبن محولا إياه إلى كتلة تشبه الهلام، وهذا هو التفاعل الذى يتم فى اللبن ليحيله إلى جبن فى النهاية . وتصبح أنواع الجبن الناعمة جاهزة للاستهلاك فى خلال أسابيع قليلة عادة، بالرغم من أن أنواع الجبن الصلبة تستغرق سنة لتنضج. وتعتبر أنواع الجبن الأزرق نصف صلبة ،

ويتم وخزها بقضبان معدنية تحمل جراثيم الفطر المتخصص الذى يستعمر الجبن وينتج تعريقا أزرق مخضرا محببا لدى الخبير المتمكن، وقد أعطى هذا الفطر ، وهو من الفطريات التى تنمو فى الجبن واسمه «البنيسيليوم»، وهو نفس الجنس الذى وهب للعالم أول مضاد حيوى وهو «البنسيللين» فى الأربعينيات من القرن العشرين .

وتتزنخ بعض أنواع الجبن كلية قبل الاستهلاك، ويرجع السبب فى أننا نقول لبعض الناس أحيانا أن «أقدامهم متجبنة» أى لها رائحة الجبن ، لأن نفس البكتريا التى تتطفل على الجبن نصف الناعم تصيب الأقدام الرطبة المحبوسة فى الجوارب .

وفى بعض الحالات، تؤكل الميكروبات نفسها كغذاء، ففى البلاد الناطقة بالإنجليزية، تباع عجائن الخميرة الملحة كناتج ثانوى من نواتج صناعة الجعة وهى عبارة عن قطع بنية ذات رائحة لذيذة تباع تحت أسماء تجارية مثل « مارمايت » و « يستريل » و «فيجمايت» مصحوبة بمواد لاصقة من كل الماركات التى تحمل الأسماء التجارية السابق ذكرها، وكلها تقدم فى السوق على أنها الأفضل. وبالرغم من ثراء الخميرة فى البروتينات وفيتامينات المجموعة (ب) التى تكسبها طعمها فقد أضيفت هذه المواد إليها للمزيد من الطعم، وغالبا ما تقول عنها وكالات الإعلان «إما أن تحبها أو تكرهها» . وفى الشرق الأقصى يصل استهلاك هذه الميكروبات إلى مستوى أكثر علوا وسموا ، حيث تؤكل الطحالب الخيطية من جنس «نوستوك» فى الصين باعتبارها «خضروات بشكل الشعر» وفى اليابان توجد مستعمرات فريدة من البكتريا تحت سطح التربة مباشرة، على المنحدرات البركانية لجبل «أساما». ويتم جمع كتل هذه البكتريا لتؤكل كحساء يسمي « «تينجو» وهو أيضا اسم إلاهة يقال إنها تقيم على ذلك الجبل، وبذلك فإن أكل هذا الطبق البالغ الندرة يعتبر احتفالا بذكرى آلهة يابانية قديمة. وقد بدأنا فى الغرب تربية الفطريات فى أوعية ضخمة وتشكيل النواتج حتى يصبح لها نفس الإحساس بطعم اللحم، وتتزايد شعبية هذا لدى النباتيين، بالرغم من أن المرء قد يظن أنه من الأفضل أن يكون قوام المنتج مختلفا عن قوام اللحم بقدر الإمكان ، ويعتبر الكوورن مثالا شائعا لهذه الأغذية الحديثة، وهي تمثل إمكانية كبيرة لتوفير البروتين والفيتامينات بينما تخلو من الكولسترول .

وعلى الرغم من أننا نطور أغذية جديدة، فلا نزال نحيط أنفسنا بما ألفناه بقدر ما نستطيع. وتعالج أقدم المنتجات التى عرفتها الإنسانية، وهى الجلود ، بطريقة تقليدية

بمساعدة الميكروبات الوحيدة الخلية. وتكون ثنايا جلد الحيوان غير الظاهرة مغمورة فى نقر من السوائل والبكتريا (مثل البكتريا العصوية) التى تستطيع اختراق هذه الثنايا والنوبان فى المكونات الخلوية التى يرغب الدابغ فى القضاء عليها. ولا تستطيع البكتريا مهاجمة المكونات الليفية من هذه الثنايا والنتيجة أن تلك الثنايا يتم تصنيعها كجلود لينة بواسطة أولئك العملاء المتناهين فى الصغر والذين لا يمكن رؤيتهم إلا بالمجهر. وبالمثل، فنفس العملية تقريبا كانت تتبع منذ قرون بالنسبة لتصنيع التيل، فتؤخذ سيقان نبات الكتان (يزرع عادة للحصول على زيت بذرة الكتان) والقنب (يعرف أفضل باسم الحشيش) بعد حصادها وتحزم ثم تنصب فى نقر للنقع، فتكون بغناها فى الألياف - مثالية لصناعة المنسوجات والأحبال - ولكن هذه الألياف ممسوكة بعضها بالبكتينات والمركبات اللاصقة الأخرى ، فالطريقة الأكثر فعالية لفصل هذه الألياف عن بعضها هى استخدام البكتريا التى تزيل المواد البكتينية واللاصقة، وفى سياق هذه العملية فإن سلسلة متتابعة من أنواع البكتريا قامت بالعمل، أولا الكائنات التى تتنفس الأكسجين، والتى سرعان ما تهضم الأنسجة الأكثر نعومة، ومع انخفاض مستوى الأكسجين فى الماء، تشرع بكتريا حامض البيوتريك فى العمل على هضم المواد شبه اللاصقة والأكثر صعوبة والتى تربط بين الألياف. وتكون النتيجة استخراج الألياف جاهزة للغسيل نظيفة ولامعة من أحواض التخمير ، ويمكن نسجها فى المنسوجات الكتانية، أو فتلها كحبال. وحتى نبات «الوسمة» (النيلة) - القديم، كان ينتج صبغته الزرقاء عن طريق التخمير الميكروبى لأوراق النبات. ومن الشائع أن نبات «الوسمة» أو النيلة يحتوى على صبغة زرقاء، ولكن ليس الأمر كذلك، إذ أن الصبغة الزرقاء المعروفة باسم «النيلة» (والتى يمكن الآن تخليقها كيماويا) تنتج فى الأوراق عند نقعها وتركها لتتخمر، فإنها الميكروبات التى تنتج اللون ، وليست أوراق النبات. وكانت للنيلة، كصبغة عرفت فيما قبل التاريخ، أهمية كبرى .

وكانت للميكروبات أهمية استراتيجية فى مقاومة الأعداء، فخلال الحرب العالمية سببت ضربات الغواصات الألمانية لبريطانيا أزمة نقص الأسيتون الحيوى لإنتاج الكوربيت، وهى المادة المتفجرة التى تستخدم فى إطلاق القذائف من المدافع، وفى إبان هذه الأزمة أخطر البكتريولوجى المسمى «شايم فايتسمان» المستر دافيد لويد جورج ، الوزير المسئول عن الحرب ، بأن ميكروبا يمكن أن ينقذ الموقف ، وعرض فايتسمان الميكروب المنتج للأسيتون وينتمى إلى الجنس المسمى «كلوستيريديوم» ويحتوى على

جينات يمكنها حفز إنتاج الأسيتون من محاليل السكر الخام، وكانت لهذه الفكرة أهمية حاسمة فى الحفاظ علي إنتاج تلك الأسلحة، وبدون تلك الميكروبات ربما كانت النتيجة ستتغير كثيرا. وفى نفس الوقت ، كان الألمان يعانون من نقص الجليسرول اللازم لإنتاج مفرقعاتهم – وهنا أيضا استطاعت صناعة التخمير إنقاذ مجهودهم الحربى من الانهيار، حيث وجدوا أنه يمكن عن طريق إمداد مزارع فطر الخميرة بمركب ثنائي كبريتيت الصوديوم تحويل السكريات إلى جليسرول. وباستخدام تلك التقنية التى طورت على عجل، تم لهم إنتاج حوالى ألف طن من الجليسرول شهريا ولم تقدر حقيقة العون الذى قدمته الميكروبات فى الحرب حق قدرها، ولكن كان هناك صدى سياسى، فحين عين لويد جورج رئيسا للوزراء وجد نفسه فى وضع يمكنه من رد الجميل، فاتفق مع فايتسمان على تأسيس وطن لليهود على صورة دولة إسرائيل ، ونادرا ما كان ميكروب نشطا من الناحية السياسية إلى هذه الدرجة مثلما كان الميكروب الحافز على إنتاج الأسيتون فى الحرب العالمية الأولى .

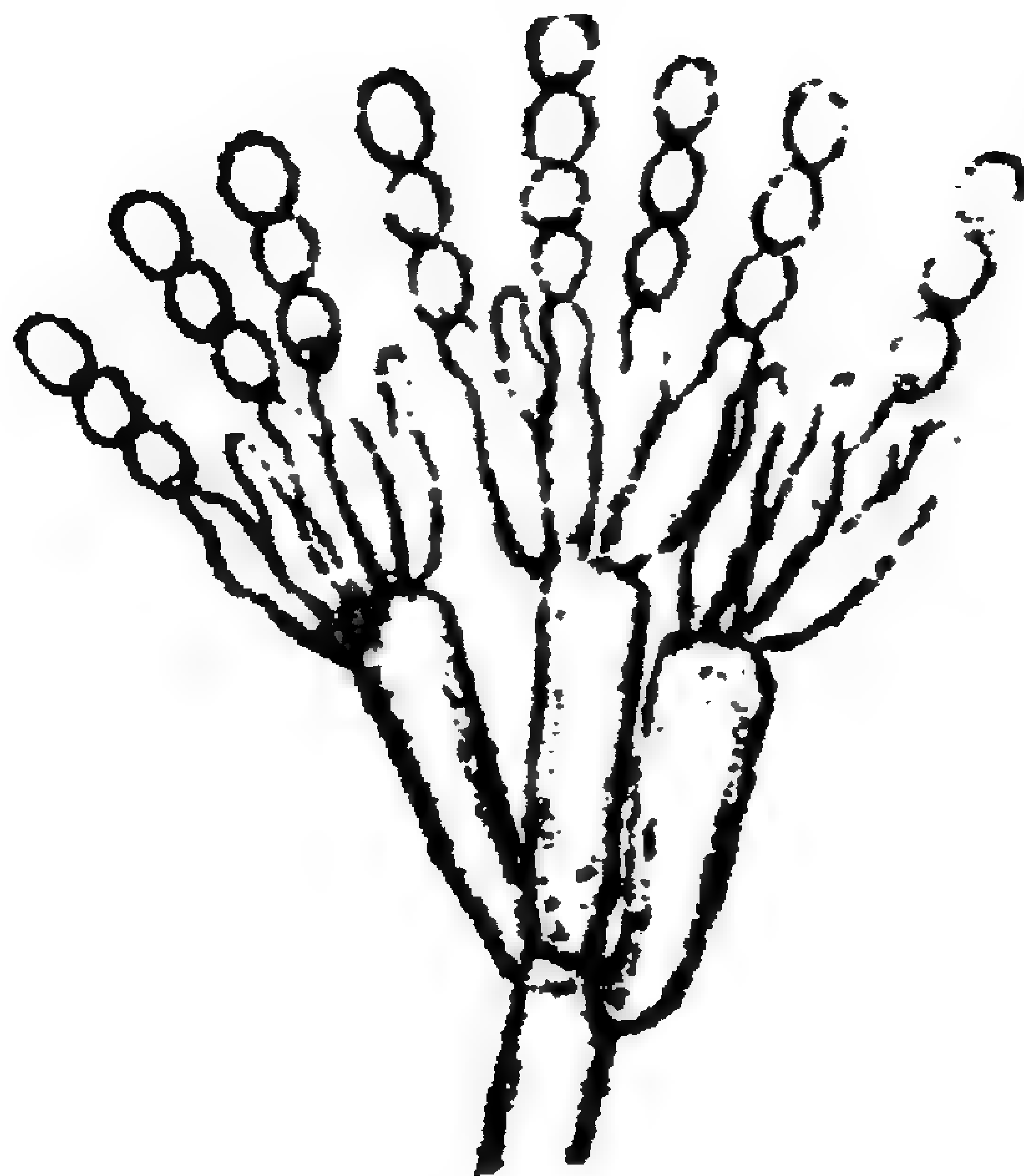
وحتى فى عالم الاستجمام، وجدنا تطبيقات حديثة للميكروبات، حيث تعتمد منتجعات الانزلاق علي الجليد فى جبال روكى الشهيرة على طول فترة سقوط الجليد ، ولم يوفق أحد فى البحث عن طريقة لإطالة هذه الفترة من خلال تحوير الطقس على الإطلاق ، فقد حاولوا تخليق جليد صناعى، ولكن بللورات الجليد الحادة المنتجة بالآلات كانت بديلا متواضعا وغير محبب إلى المتزلجين، وهنا تدخلت البكتريا ثانية للإنقاذ، فأغطية سطوحها تشجع تبلور الجليد الخفيف إلى بللورات تشبه نتوف الريش، وكل بللورة تستخدم خلية بكتيرية كنواة تتكثف عليها رقائق الجليد الآخذة فى التكون ، ومنذ جلب البكتريا إلى أراضى هذه المنتجعات ، استطاع مدراء تلك المنتجعات زيادة فترة قضاء العطلات بشكل ملحوظ .

وتستخدم الميكروبات حتى فى استخراج المعادن، فلبعض الطحالب القدرة على الاتحاد بالمعادن النقية ، بما فى ذلك الذهب والفضة، وكانت هذه الميكروبات سببا فى إعادة استغلال المناجم المستهلكة ، لأنها يمكنها به تحسين حالة خام المعادن الثقيلة مثل الكادميوم والرصاص وحتى اليورانيوم ذى الرتبة المنخفضة . وقد استخدمت البكتريا لقرون عديدة فى تمكين الصناعة من الحصول على خام حديد منخفض الرتبة ، وكانت الطريقة هى تكوين الخام منخفض الرتبة فى نقر وتجرية الماء ببطء خلال ذلك الحديد، وسرعان ما تثبت بكتريا أكسدة الحديد وجودها، لما لها من علاقات نسب

قديمة تعطيها مادة من العناصر مفضلة لديها لتحليلها مثل النحاس والحديد والكبريت، فتؤكسدها وتحتفظ بالطاقة اللازمة لعملياتها الحيوية. وينتج عن هذا التفاعل غسيل محلول كبريتات الحديد (أو النحاس) وخروجه من مصرف النقرة ، ويسهل بعدئذ نسبيا استخلاص المعدن النقي من هذا المركب الكيماوى . وتعد إحدى المزايا الكبرى لاستخدام الميكروب هى عدم الاحتياج إلى طاقة خارجية من الوقود لإتمام تفاعلاتها، لذلك لا تلزم لهذا التفاعل مصادر للطاقة سواء من الوقود أو الكهرباء، ولا يعنى هذا أن الطاقة على إطلاقها غير لازمة فى المصنع ، لأن تشغيل المعدات لا يزال لازما . وفى بعض التصميمات تستخدم الطاقة الناتجة عن نشاط الميكروبات (من خلال ناتج ثانوي غازى مثل الميثان) لجعل المصنع مكتفيا اكتفاء ذاتيا بالنسبة للطاقة. وتكون الطاقة لازمة أيضا لتبريد التفاعل، لأن الطاقة التى تطلقها الميكروبات يمكن أن تكون كبيرة. وعلى أى حال ، تمنح الخلايا بنفسها قوة للتفاعلات، وهذه القوة يمكنها أن توفر فى تكاليف التشغيل .

يشكل إنتاج المضادات الحيوية أحد أفضل التقنيات الحيوية الصناعية، فهذه المنتجات مذهلة لأنها تنتج كنواتج ثانوية بواسطة الكائنات الدقيقة، وهذه النواتج الثانوية تستخدم بواسطتنا فى صراعنا مع الأمراض الفطرية والبكتيرية . وقد استخدمت هذه المركبات فى السنوات الأخيرة بإسراف إلى حد كبير ، ولكن لا يعنى هذا على الإطلاق أن المضادات الحيوية كانت فكرة سيئة، فقد أنقذت ولا تزال تنقذ حياة عدد لا يحصى من الناس كل يوم بشكل كان يستحيل إنقاذه بأى وسيلة أخرى وكنت أول من نقد شركات الأدوية لتشجيعها بيع المضادات الحيوية على نطاق واسع، خلال شفائى من الإلتهاب السحائى البكتيرى (يرجع كل الفضل إلى المواظبة على استخدام البنسيلين)، واضعا تلك الاعتراضات فى منظور أوضح. وكان ألكسندر فلمنج أول من سجل تأثيرات البنسلين فى عام ١٩٢٨، على الرغم من أنه لم يستغل ذلك الاكتشاف الاستغلال الكثير، وبعدها بأربع سنوات كان أول من استخدم مزارع فلمنج المحتوية علي فطر «البنيسيليوم» هو طبيب بمستشفى، فقد عالج به الرمد، الذى كان السبب الرئيسى فى عمى الأطفال حديثى الولادة فى ذلك الوقت ، ولم يكن لفلمنج دخل فى الاستخدامات الطبية لذلك الفطر، إلى أن قام بها السير هوارد فلورى وزميله آرنست تشين فى أكسفورد. وقد تحسنت حالة أول مريض عولج بالبنسيلين – وهو شرطى كان على وشك الموت لإصابته بمرض تعفن الدم، وكان التحسن معجزا فى ذلك

الوقت – ولكن عندما نفدت إمدادات البنسيلين – كل الكمية التي حقن بها المريض – عمل الفريق الطبى على استعادة كمية العقار التى لم تستخدم من بول المريض المجمع لفترة ، ولكن فى النهاية ثبت استحالت السيطرة على المرض ومات المريض بعد ذلك بقليل .



شكل (٢١)

عفن البنسيللين الذى أحدث ثورة طبية

كان البنسيللين هو أول مضاد حيوى ينتج على نطاق تجارى واسع، حيث قلل كثيرا من المعاناة الإنسانية، والشكل المبين هو أول صورة لفطر البنسيللين، نشرت قبل عشرين عاما من اكتشاف فلمنج لتأثيره العلاجي. والصورة من رسم ر. ويستلنج من السويد أول من اكتشف وجود هذا الفطر، حيث عثر عليه ناميا على كومة من عشب «الهيسوب» العطرى.

وقد بدأ إنتاج البنسيللين علي نطاق واسع بزراعة الفطر فى أعداد كبيرة من زجاجات اللبن، ولكن سرعان ما تحركت الصناعة نحو الإنتاج فى أحواض كبيرة، والآن ينتج البنسيللين من سلالة طفرة من أنواع فطر البنسيلليوم المختلفة ، ويفرز النوع البرى من هذا الفطر حوالى ٦٠ ملليجراما لكل لتر فى المزرعة ولكن بدراسة

الطفرات المتتابعة، وجد أن طفرتين من هذه الطفرات قد زادتا الإنتاج إلى ٥٠٠ ملليجرام لكل لتر مزرعة بينما زادته ١١ طفرة أخرى إلى ٧ جرامات لكل لتر مزرعة - وهى زيادة أكبر ١٠٠ مرة من التى سبقتها. وينتج جنس قريب من جنس البنيسيليوم مادة السيفالوسبورين كما تنتج مجموعة البكتريا الخيطية (الأكتينومايسينات) ، التى تنتشر فى التربة المضادين الحيويين ستربتومايسين وتتراسيكلين. وقد منحتنا هاتان المجموعتان الميكروبيتان أربعين إلى خمسين ألفا من المضادات الحيوية المعروفة . وبالرغم من هذا ، فقد تم تسويق مائة فقط من هذه المركبات، وقد أتى ثلثى هذه المركبات من جنس وحيد هو ستربتومايسين حيث تم اكتشاف مركب الستربتومايسين فى ذلك الفطر ومركب الكلوروتتراسيكلين فى نوع آخر من ذلك الفطر .

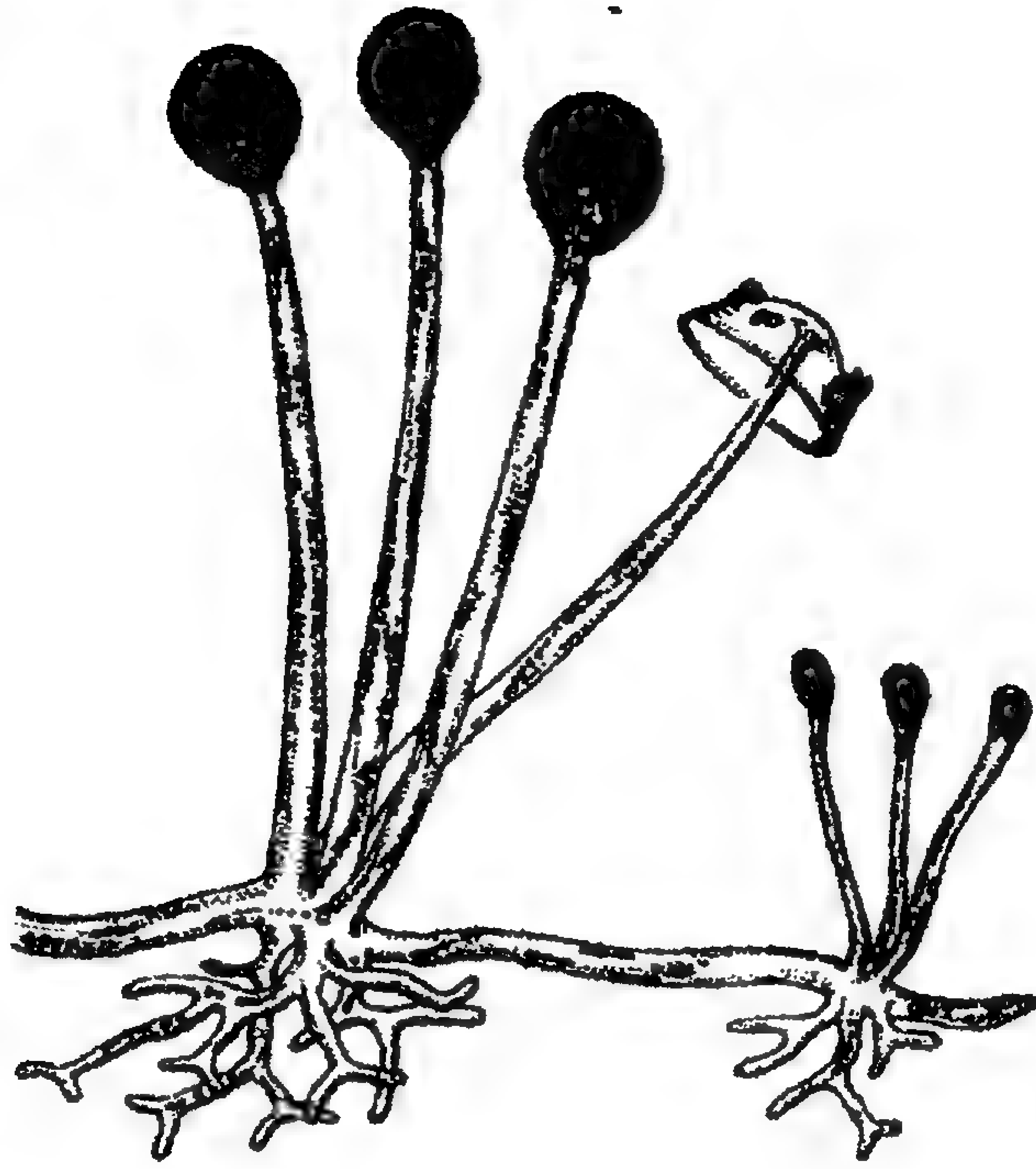
تستخدم الميكروبات المطورة جينيا فى صناعة أدوية مثل الأنترفيرون والأنسولين وهرمونات النمو الآدمية. ولم يكن إنتاج الأنسولين بواسطة الميكروبات ناجحا فى بادئ الأمر، لأنه كان مختلفا اختلافا طفيفا فى التركيب عن تركيبه فى الإنسان، فلم يكن يعتمد على تأثيره. ولكن هرمون النمو الإنسانى المستخرج من أنسجة أخرى أثبت أنه يزيد من مخاطر الأمراض الأخرى (بما فى ذلك انتشار مرض كروتيزفلد - جاكوب أو م. ك. ج) ، وبذلك فإن الصورة الأكثر نقاوة الناتجة عن نشاط الميكروبات قد تثبت أنها منقذة للحياة .

وأحيانا بينما كنا نستفيد بمزايا النواتج الميكروبية يصبح سوء استخدامها مؤلما بوضوح. فمادة الدكستران ، التى هى عبارة عن مادة مخاطية تتكون حيثما تتغذى الميكروبات على الجلوكوز ، وكثيرا ما يفسد تراكمها عمل مصانع تكرير السكر والمؤسسات التى تحتاج لاستخدامه نتيجة التكوينات المخاطية من الدكستران التى تؤدى إلى إنتاج مشروبات ومأكولات غير قابلة للاستهلاك، فإذا أريقت على الأرض يمكنهاأن تسبب الانزلاق الذى يمكن أن يكون خطيرا، وإذا تكونت فى خطوط الأنابيب فيمكن أن تتسبب فى انسدادها المتكرر. وهذه المادة العديدة السكريات ذات القوام المستديم الهلامية يمكنها فعلا أن تكون مفيدة، إذا استخدمت الاستخدام الصحيح . فقد وجد أن الجسم يمكنه أن يتحمل الدكستران ، فلا يظهر الدكستران علامات عدم التوافق مع الجسم مثل إثارة الحساسية أو ارتفاع درجة الحرارة ، فضلا أن طبيعته الهلامية تجعله مثاليا كبديل للبلازما فى عمليات نقل الدم، ولذا فقد أصبح الدكستران يستخدم على نطاق واسع فى زيادة حجم الدم للمصابين فى الحوادث وللمرضى فى

حالات الطوارئ فهو لا يتأثر من التعقيم بالحرارة، ويمكن حفظه على درجة حرارة الغرفة لفترات طويلة بدون إجراءات خاصة، وبذلك يستخدم الدكستران لزيادة حجم الدم ، فيمكن نقل محلول من الدكستران المعدل بعناية ليناسب ظروف الجسم الآدمى إلى المصابين الذين نقص حجم دمائهم نتيجة حوادث أو جراحات . وتستخدم لهذا الغرض بكتريا من النوع الذى تتميز شفرة جيناتها بأنها تستطيع إنتاج نوع «الدكستران» الأكثر ملاءمة من ناحية الصورة الجزيئية للاستخدام فى علاج الحالات الطبية الطارئة.

توجد طبقة من النواتج الميكروبية أصبحت معروفة جيدا ، وهى الإنزيمات، فالإنزيمات هى المسئولة عن إجراء التفاعلات الكيماوية فى الأحياء ، كما أنها هامة من النواحي الطبية والتجارية. ولم يكن جهاز التلفزة التجارى ليكون بالشكل الحالى بدون الإنزيمات . وتفترض إعلانات مساحيق الغسيل أن أى شخص يهتم بالشئون المنزلية، وخاصة غسيل الملابس لا يمكن الثقة به ليغسل أى شىء فى الماء ذى درجات الحرارة المئوية الأعلى من المعدلات الدولية المتعارف عليها (IQ) . ونقول للجمهور – أن معنى الإنزيم يبقى لغزا ، فالإنزيمات عبارة عن بروتينات معقدة يتم إنتاجها عن طريق الجينات التى فى الخلية، فهى تقدح زناد التفاعلات الكيماوية ، فإذا أحرقت الجلوكوز فى النار ، تنطلق الطاقة الناجمة عن الحرق فى صورة لهب ، فتستهلك الخلية الجلوكوز كمصدر للطاقة ويحدث مثل هذا التفاعل ، كعمليات متسلسلة فى تتابع محكوم بالإنزيمات التى تنظم كلاً من خطوات هذا التتابع. وتستخدم الخلايا الحية الإنزيمات فى هضم موادها الغذائية، وتتم تسمية الإنزيم بالاسم العلمى للمادة التى يعمل على تحليلها، مضافا إليه المقطع (يز) فى نهاية الاسم العلمى ، فالإنزيم الذى يحلل سكر المالتوز مثلا، يسمى مالتيز .

وقد يكون البروتييز أحد أفراد مجموعة الإنزيمات التى تقوم بتكسير البروتينات، وهذه الإنزيمات هى التى تجدها قد أضيفت إلى مساحيق الغسيل، فهى تساعد على تكسير ما يسمى «بقع الجسم» كما تستخدم فى الصناعة لاستعادة الفضة من أفلام الأشعة المستعملة، حيث تذيب هذه الإنزيمات مستحلب هلام (جيلاتين) الفيلم .



شكل (٢٢)

عفن الخبز الشائع الذى ينتج الأنزيمات

يتكون هذا العفن على الخبز البائت، حيث تنمو جراثيمه السوداء من داخل الكيس الجرثومى على أطراف سيقان دقيقة تشبه الخيوط، وسرعان ما ينهار الكيس الجرثومى حينما ينضج ويؤدى هذا إلى انتشار الجراثيم فى الهواء ، وهذا الفطر ينتج على نطاق تجارى فى الصناعة لإنتاج إنزيم المالتيز ، الهام فى إنتاج السكريات من النشا.

ربما تكون معتادا على عفنى الخبز (الأسبرجللس، الريزوبياس) لأنهما شائعا الوجود على الخبز البائت. وكلا من هذين العفنين ينتجان إنزيمى الأميليز والمالتين، بالترتيب، فالأميليز يكسر النشا إلى سكريات، وستجده واسع الاستخدام فى صناعة الجعة والخبز ، وتحتوى بعض الأنواع التجارية من خميرة الخبيز على الأميليز فى المخلوط التجارى، كما تحتوى على جراثيم ساكنة فى الخميرة نفسها، وحينما تستخدم

فى عمل الخبز ، يكسر الأميليز بعض النشا فى الدقيق مكونا سكريات ، تتغذى عليها خلايا الخميرة الخارجة من تلك الجراثيم. ويعطى هذا النمو تلك الخلايا تعزيزا إضافيا. ولذلك، يتميز تحضير هذه المنتجات بالسرعة ، ويغير إنزيم المالتيز المنتج بواسطة فطر الخبز المسمى (ريزوبس) سكر المالتوز غير المستخدم نسبيا إلى جلوكوز أكثر استخداما. وتنتج سلالات الفطر المسمى (أسبرجللس) أيضا أنزيمات البروتييز والأنزيمات المحللة للبكتين ، التى تستخدم فى أغراض عديدة فى الصناعات النسيجية ، تنتج الخميرة الكوبالامين (المسمى حديثا فيتامين ب -١٢) وقد عرف هذا منذ أحقاب ، ولكنه يستخرج الآن عادة من مزارع البكتريا المتخصصة فى إنتاج حامض البروبيونيك، بينما ينتج الريبوفلافين (فيتامين ب٢) تجاريا من مزارع الفطر المتخصص فى إنتاجه. وهناك ميكروبات أخرى عديدة تستخدم لتنتج الأحماض الأمينية التى تدخل فى الأغذية ، وكثير من هذه الأحماض هام كإضافات غذائية ، إذ نحتاج فى الغذاء الصحى إلى عشرين حامضا أمينيا، ولكننا لا نستطيع أن ننتج لأنفسنا من هذا العدد - نحن أو الميكروبات فى أمعائنا - إلا اثنى عشر حامضا أمينيا - وأما الثمانية أحماض أمينية الباقية فلا بد لنا من تناولها من خلال الغذاء ، والآن ولدينا مزارع هذه الميكروبات يمكننا إنتاج كل تلك الفيتامينات ، وتنتج طائفة كبيرة من الأحماض تتضمن حامض الليمونيك (الستريك) ، المستخدم فى مشروبات الفاكهة، عن طريق مزارع الميكروبات، بكفاءة أكبر من كفاءة الإنتاج الصناعى .

وتستطيع الميكروبات إنتاج مكسبات النكهة وحتى العطور، ويظن على نطاق واسع أن مركب «أحادى جلوتامات الصوديوم» وهو الذى يضاف للطعام ، ويكسبه طعما لذيذا ، إلا أنه كان ينتج فى الشرق الأقصى منذ أقدم العصور من خلال التخمير البكتيرى (عن طريق بكتريا حامض الجلوتاميك) ، وفى العصر الحديث يتم إنتاج ثلاثمائة وخمسين ألف طن سنويا بواسطة مزارع ذلك الكائن أو سلالات منه أغزر إنتاجية . ومادة «العنبر» التى تشكل دائما واحدة من أكثر المكونات قيمة فى مجال صناعة العطور، تنتج من تخمير العنبر المستخرج من براز الحوت ، حيث توجد كميات كبيرة منه طافية فى البحر والتى تصنع الآن من براز الحوت الذى يتم ضغطه حول كتلة مركزية من البقايا غير المهضومة لحيوانات الحبار (تتضمن أطرافها المستدقة) ، وغالبا ما يكون العنبر الطازج أسود ، وتكون رائحته غالبا غير مقبولة، ولكن تتخمر مكوناته ببطء ، بينما يطفو فى البحر، فيشحب لونه ويتحول إلى المركب العطرى ذي الرائحة الأكثر جاذبية فى العالم، ومن غير الواضح لى ما إذا كان الذين استخدموا العنبر طيلة قرون يعرفون هذه المعلومات، وعلي أي حال، فيتملكنى تساؤل عما إذا كانت هذه المعلومات ستقابل بنفس الترحيب والبهجة اللتان يستخدم بهما العنبر .

(٥)

الخـــلايا ضد التلوث

بينما كنت أمر بمرحلة مراهقتى، ذهبت مع صديق للتخييم بالقرب من شلال فى الجبال، وعلى مقربة منا ، كان هناك جدول يترقرق، مصدرا خريرا فى انحداره عبر صخور المجرى الحصوية، وينثر رشاشه على الصخور المائلة فى ضوء الشمس، فجثمنا على الأرض لنشرب منه بأيدينا، وكان الماء باردا وصافيا ومنعشا ، وأخذنا ننثره على وجوهنا ، ونتخلل به شعرنا ، وبعدئذ عدنا مجهدين عبر المنحدرات الخشبية فى ظلال الأوراق المبرقشة التى كانت تتراقص حول أقدامنا، لنرى من أين ينبع ذلك الجدول، وجاءت الإجابة حول منحنى فى الجدول: فقد كانت ترقد فى الماء جثة نصف متعفنة، تشبه قربانا مزخرفا، يحملق المحجران الفارغان لعينيها فى السماء ، ويطن الذباب حول الفجوة التى كان يسكنها المخ ، مع خيوط من الأمعاء المتعفنة وخصلات خيوط من الصوف المتعفن ، تتماوج فى الماء ، وسرعان ما تحول طعم شربة الماء فى فم كل منا إلى طعم آخر بعد هذا المنظر .

وتساءلنا ، هل أصبنا بالدسنتاريا؟ وهل كان الماء مسمما ومليئا بالجراثيم؟ بالطبع، لم يكن ذلك صحيحا، فالماء الذى شربناه، على مقربة من أسفل الجدول كان نقيا تماما، لأننا نعزو نقاوة الماء، ليس إلى حقيقة أنه لم يسبق للميكروبات أن لمسته، بل لأنه مسكون بهذه الميكروبات. فوجود الميكروبات فى الماء هو الذى أحاله خاليا من الجراثيم. فالميكروبات تتباين أنواعها ، ولكن الأغلبية السائدة منها ليست ضارة للحياة الإنسانية، وهى متخصصة فى تنظيم بيئتنا، والمحافظة على سيرها فى مجراها الطبيعى ، فليس هناك «توازن» للبيئة ، وإنما ينتج التعادل الذى نراه عن الحرب المستمرة بين المجموعات المتفاوتة ، ودعنا نضع عدسة على جدول جبلى لنشهد ما يحدث ، لأن البيئة تعتمد على ميكروبات التحلل فى التخلص من المواد الميتة فى بقايا الشاة ، فهى تتكاثر

بأعداد ضخمة، مستخدمة الإنزيمات فى تكسير الأنسجة وتحليلها إلى مكوناتها الأولية البسيطة ، وتستمر فى التكاثر، فتبنى خلاياها من المواد الخام التى تعيد استخدامها .



شكل (٢٣)

الحيوانات الدقيقة «فورتيسيلا» تنقى الماء

قد يجعلك وجود الميكروبات فى الماء تستنتج أن الماء يمكن أن يكون خطرا على الصحة، ولكن على العكس من ذلك فإن الميكروبات هى التى تنقى الماء ، فهذه الكائنات الدقيقة تدفع تيارا من الماء خلال الخلية بمساعدة أهدابها التى تشبه الأسواط ، وتندرج البكتريا فى الماء لتؤكل كغذاء، وتبلغ أعداد هذه الكائنات آلاف الملايين فى مرشحات الماء البيولوجية ، سواء كانت هذه المرشحات كبيرة الحجم أو حتى صغيرة فى خزانك المنزلى .

وفجأة يصبح الماء الذى يأتى من موضع الشاة غنيا بهذه البكتريا، بينما يجرفها تيار الجدول بعيدا عن الشاة، وتبقى الميكروبات الأخرى متصلة بتلك الصخور والحصى ، فتتغذى بواسطة دفع تيار مستمر من الماء خلال فتحة الخلية أو يستمد تيار الماء استمراريته بفضل الطاقة التى تغذى الضربات المستمرة للأهداب التى تنتظم فى

إيقاع يشبه تحت المجهر موجات الهواء وهى تمر عبر حقل من القمح، فتتغذى الميكروبات المنظفة للماء على نفس نوع البكتريا التى تتكاثر الآن فى جسم الشاة، وكلما زاد إمداد البكتريا، كلما كان تكاثر تلك الميكروبات الهدبية أسرع ، وتكون نتيجة تلك الأنشطة ، أن الماء القادم من عند الشاة يكون نظيفا على بعد ياردات قليلة من هذه الشاة من البكتريا، ومرة أخرى أكثر صفاء وأمانا . وتتغذى الكائنات الأكبر حجما على تلك الهدبيات ، وهذه الكائنات الأكبر حجما بدورها تأكلها الأسماك ، وبذلك – بمرور الوقت بعد تحلل الشاة – عندما يصطاد أحد الصيادين المتحمسين سمكة فى الموضع أسفل التيار بعد موضع الشاة ، فإنه إنما يمسك بين يديه البروتين من تلك النعجة التى كانت فى أعلى التيار والتى تم تدويرها فى الطبيعة بكفاءة .

وقد يذكرك هذا بالشعر البريطانى القديم الذى يمكن تلخيص معناه فى أن «الدود يأكل الميتة ، والبط يأكل الدود، والفلاحين بدورهم يأكلون البط ، فهم يأكلون الميتة ويستعيدون أنفسهم» وهذا فهم دقيق لعملية التدوير فى الطبيعة .

ويمكننا الآن أن نضيف الدور الحاسم الذى تلعبه الميكروبات فى هذا الشأن، فهى التى تقوى إطلاق طاقة الحياة على كوكبنا، بالضبط، كما حدث فى تنظيف المياه التى جرت خلال الجثة المتحللة للشاة فى ذلك الجدول الجبلى .

وهناك مثل مألوف غالبا فى أخبار تلوث البحر المتوسط، فهو محاط بأقدم الجبال تطورا فى العالم ، وتصب فيه كل يوم بلايين الجالونات من مخلفات الصناعة والنفايات الآدمية ، وهو لهذا يعد أكثر البحار تلوثا فى العالم ، ولكن ، انظر إلى الشواطئ المشهورة المخصصة لقضاء العطلات، فستجد قصة مختلفة ، إذ أن الإشراق البراق يُظهِر أن البحر نفسه يتجدد، فتكون الرؤية تحت سطح الماء صافية إلى درجة خرافية، وتظهر الصور التى تؤخذ خلال تلك العطلات السواح وهم ينعمون بمياه زرقاء صافية، وبذا يعرض البحر المتوسط كيف تعمل الميكروبات بأعداد لا تحصى ضد التلويث الإنسانى للبيئة، فتستهلك النفايات وتعيد استخدامها، ولكن دور الميكروبات محذوف غالبا من المعادلة ، وطالما تركت ميكروبات البحر المتوسط لتقوم بالعمل الذى تمليه طبيعتها، فستعمل على منع التلوث بكثير مما نصبه فى هذا البحر . وحيث إن الميكروبات لا تزال تحوز النظم الأيضية التى تتواءم مع ظروف الأرض البدائية، فكثير منها يعتمد على الكيماويات التى نفكر فيها على أنها سموم ، تجد تلك الميكروبات نكهة

فى غذاء من السيانيد مثلا، أو تعيش على الأمونيا (النشادر). وصحيح أننا نصب كميات ضخمة من النفايات الإنسانية فى المياه الصافية ، ولكن البحر المتوسط كان يتعامل مع البراز منذ أمد طويل من قبل أن يبدأ الناس فى إظهار اهتمامهم بالمشكلة، فالبحر المتوسط يحوى كل ما يلقى فيه ما على الأرض الجافة من آثار الإخراج الحيوانى ، حيث تقوم الأعداد الهائلة من المخلوقات البحرية بهضم كميات لا تحصى من البراز كل ثانية من اليوم، وهناك ميكروبات بكميات وافرة تتغذى على هذه النفايات وتعيد استخدامها على صورة يمكن أن تستغل بأشكال أكبر من الحياة . وإذا استطعت تخليص البحر من ميكروباته، فسرعان ما يصبح حساء كيميائيا ملوثا وساما، وكنتيجة للمجتمعات الميكروبية ، فإن النفايات التي تلقى من خليج نابولى تنتهى على هيئة طعام بحرى يقدم على الأطباق ، وتعتمد كل الحياة في البحر المتوسط على العطاء المستمر من الكيماويات الآتية من الأرض، فإذا حملنا مصبات الأنهار بكميات ضخمة من الزئبق، مثلا، فسنستمر فى المخاطرة بتسميم الناس، وإذا سمحنا للماء القريب من محطات الطاقة الذرية بأن يتلوث بالنفايات الذرية ، فإن هذا سوف يكون خطرا على الأطفال الذين يلعبون على الشاطئ .

وقد نشرنا من قبل وكانت منظمة الصحة العالمية قد قامت بإجراء دراسة على التسمم بالزئبق فى المناطق البعيدة فى البرازيل، وخلصت إلى أن الناس يمكن أن يعانوا من تدمير الجهاز العصبى، حتى لو كانت معدلات الزئبق أقل من تلك المعروفة بأنها آمنة ، كما ظهر أن أجسام أفراد القبائل الذين يعيشون فى الأمازون، أسفل تيار النهر المار بمناجم الذهب، تحتوى على كميات متراكمة من الزئبق فى شعورهم ، فاستخلص الباحثون فورا أن المعدن السام قد تسرب إلى تلك البيئة عن طريق غسيل الذهب الذى كان يقوم المنقبون باستخراجه . وتزامن ذلك مع اكتشاف تسرب ١٣٠ طنا من الزئبق سنويا إلى البيئة من خلال عمليات التعدين، وكان هذا الزئبق قد استخدم بواسطة عدد قدر بمليون منقب مختبئين فى الغابات، آملين في تحقيق آمالهم فى الثراء ، فهل انتهت القضية؟ كلا، لم تنته تماما ، فكما اكتشف الكاهن المبجل «جون نيدهام» فإنك تحتاج إلى المزيد من البحث لتؤكد أى اكتشاف أولى مثل هذا .

كانت المشكلة الرئيسية أن التسمم بالزئبق وجد على بعد مئات الأميال فى اتجاه تيار مجرى النهر، ولذلك ، أجريت قياسات على مستوى الزئبق فى الماء ، وسرعان ما وجد أن كمية الزئبق فى عينات المياه المأخوذة من النهر بالقرب من مناجم ذلك

العنصر ، كانت مساوية لتلك التي أخذت على بعد ثلاثمائة كيلومتر قرابة مائتي ميل) من المناجم .

وكانت الكمية الكلية من الزئبق في البيئة أكبر بكثير من كميته الكلية التي استخدمها المنقبون عن الذهب ، فلم يكن مصدر تلك الكميات عمليات التعدين علي الإطلاق، ولكنه كان نتيجة لنزع أشجار الغابة، فقد أدى قطع أشجار الغابة المطيرة إلى تعرية التربة وجرفها بواسطة الرياح المطيرة، حاملة طينا موحلا إلى الأنهار غسلته في الماء الجاري في اتجاه تيار جريان النهر . وبطبيعة الحال، كان الزئبق موجودا في التربة حيث كانت الميكروبات تحتمل وجوده بدرجة كبيرة ، وكان مثبتا في التربة بعيدا عن وسائل الإضرار بالناس، ولكن تعرية التربة غسلته كله في الماء وسممت آلافا من الناس . وقد قام علماء منظمة الصحة العالمية بقياس مستويات الزئبق في شعر سكان القرى ، وبعدئذ أعطوهم اختبارات مرئية مهارية، وقد ظل مستوى الأمان المقبول لسنوات طويلة بالنسبة للزئبق ٥٠ جزءاً من الزئبق في المليون، ولكن بين هذا البحث أن سكان القرى الذين تعرضوا لمستويات أقل من الزئبق كانت لديهم صعوبات في رؤية التفاصيل الدقيقة علي لوحات اختبار قوة الإبصار، وكانت المشكلة نسبية بالنسبة لمستويات الزئبق التي يتعرض لها الفرد ، وقد نصح الباحثون – على المدى القصير – سكان القرى – بالتوقف عن تناول الأسماك المفترسة التي تراكمت فيها مستويات عالية من الزئبق ضمن مراحل في سلسلة الغذاء التي سبق ذكرها . والأكثر أهمية من هذا على المدى الطويل – أن يوقف تدمير الغابات المطيرة ، فالبرازيل تدمر سنويا ما بين ٢٥ و٥٠ ألف كيلومترا مربعا (حوالى ٢٠ ألف ميل مربع) من الغابات المطيرة، ومع ذلك، فمن الواضح أن الميكروبات في تربة الغابات قد وجدت طريقة للتخلص من الزئبق الذي يمكن أن يؤدى اتلافنا للنظام البيئي إلى الإخلال بهذا النظام. وفي نفس الوقت، فلم تكن الإجابة السهلة بأن الزئبق المستخدم بواسطة منقبي الذهب الشرهين، لابد وأن يكون قد سبب تسميم الناس – هي الإجابة الصحيحة – وإنما قطع الغابات ، والإخلال بالنظام البيئي الثابت ، هو الذي حرر الزئبق الموجود طبيعيا ودفعه إلى الأنهار ، ونحن ندين بسلامتنا البيئية إلى نظم الطبيعة التي ندمرها ، معرضين أنفسنا للأخطار .

وقد حصلت منظمةالصحة العالمية على رقم خمسين جزءاً من الزئبق في المليون ، من دراسات على أكبر قدر من الخطورة ، سببها وجود الزئبق في البيئة ، وقد تم تقدير هذا الرقم على أثر الانبثاق الرهيب لمرض «الميناماتا» في اليابان منذ الثلاثينيات من

القرن العشرين، حيث أدى الانتشار السريع للصناعات الكيماوية فى مدينة «مينيماتا» باليابان إلى استخدام الخليج القريب كمقلب لقمامة المصانع ، وتم صب مستويات مرتفعة من الزئبق فى الخليج ، فسرعان ما تحملت النظم البيئية التى تعمل على التخلص من الزئبق بأكثر من طاقتها، وبدأ الزئبق يظهر فى الأسماك ، وكلما كانت الأسماك أكبر فى الحجم ، كلما ارتفع تركيز الزئبق بها .

وفى خلال الخمسينيات من هذا القرن تم تسجيل وباء جديد بين مجتمعات الصيادين التي كانت تتجمع على الشاطئ، فقد ظهرت عليهم أعراض طائفة من الأمراض العصبية ، من ضعف الأطراف الذى سبب لهم صعوبة فى المشى وخذلا فى تلك الأطراف ، بينما فقد بعضهم سمعه، والبعض الآخر بصره ، وبدأ الكثير منهم يتلعثم فى الكلام ، البعض منهم يتصرف بغرابة ، فأحيانا ينفجر ضاحكا دونما سبب ظاهر ، وأمكن تشخيص السبب خلال الستينيات من القرن العشرين ، بأنه تسمم من الزئبق الموجود فى البيئة ، وأغلقت المنشآت الصناعية التى اتهمت بالتسبب فى هذا التسمم، وقد وضعت هذه الخبرة المأساوية الحدود المقبولة مستقبلا للتلوث بالزئبق ، ولكن أظهرت الدراسات التى أجريت فى الأمازون، أن تلك الحدود المقبولة مهلهلة جدا ، ومن الواضح ضرورة إجراء المزيد من البحوث عن الطريقة التى تعالج بها الميكروبات سموم تلك المعادن الثقيلة، كالزئبق فى البيئة – وينبغى علينا أن نبذل عناية أكبر فى المستقبل قبل أن نفسد النظم البيئية المستقرة، فبينما يعاد مسبقا تشييع جيد لجنازة الأسباب التى تمنع تدمير الغابات المطيرة، فإن المخزون السام من المعادن الثقيلة فى البيئة، قد يكون واحدا من أقوى الأسباب لهذا المنع على الإطلاق ، فالزئبق يمكن العثور عليه فى مناطق عديدة من العالم، ومستويات ميثيل الزئبق (المسئول عن كارثة مينيماتا، تسبب نفس الشىء قبل ذلك فى بحيرات شمال أمريكا واسكندنافيا .

تنشط الميكروبات فى العمل بكل مكان من العالم، حيث تهيؤها جيناتها لمواءمة إعادة الاستفادة من المخلفات العضوية (تدويرها) ، ويشكل سد الفجوات الأرضية أحد أشهر وسائل التخلص اليومى من كميات القمامة الضخمة ، ويبدو أن ذلك يتمشى تماما مع المنطق ، فهناك فجوات كبيرة فى سطح الكرة الأرضية ، حيث اقتلعنا الصخور واستخرجنا المعادن الخام، كما أنه توجد أراض منخفضة معرضة للفيضانات المائية يمكن أن تستفيد من رفع مستواها على مدار حقب قليلة. ويبدو أن ملء هذه

المساحات المنخفضة المستوى بكميات من النفايات غير المرغوبة ، هو الطريقة المثلى لحل هذه المشاكل دفعة واحدة ، ولكن ما الذى يحدث لهذه النفايات بعد دفنها؟ يبدو أنها ستختفى ببساطة عن الأنظار – ولكن على العكس تبدأ المرحلة الأكثر نشاطا وإنتاجا من وجودها، فمنذ اللحظة التى تنبذ فيها هذه النفايات، تحتل الميكروبات أى مخلفات عضوية فى تلك القمامة ، ليس فقط فى مخلفات الأغذية، ولكن أيضا فى الورق والخشب، ومواد التغليف والورق المقوى، بحيث يختزل كل ذلك إلى كتلة عجينية طرية. وتتكسر معظم المخلفات المعدنية وتختزل لصورة مؤكسدة ، وحيث إن المواد البلاستيكية مصنعة، فلا توجد حتى الآن ميكروبات تستطيع التغذى عليها ، ولكن العديد من صانعى البلاستيك ينتجونها على صورة مرنة ليسهل تكسيرها ، وتصبح معظم المخلفات البلاستيكيةالتى تتضمنها الكتلة العامة للمواد العضوية التى تسكنها الميكروبات سهلة التفتيت، وإذن فما الذى يحدث بعد ذلك ؟ نظرا لأنه قد تم إيجاد الكثير من مكونات بيئتنا عن طريق الاتحاد أو الاندماج، مثل الماء والكربون، وحيث قد تعودنا فى هذا الكتاب على رؤية المواد العضوية تتكسر غالبا لتكون ثانى أكسيد الكربون والماء ، وهذا ما يحدث فى شعلتك ، أى أن هذا هو الذى يحدث لك ، ولكنه لا يحدث عند ملء فراغات الأرض، فهناك الكثير جدا من المواد التي ينبغى تحللها ، مع قلة الأكسجين المتاح لهذا الغرض، مما يؤثر تأثيرا قليلا على المجتمعات الميكروبية التى تنتهز الفرصة لكى تتكاثر أنواعها التى لا تحتاج الأكسجين – أى البكتيريا اللاهوائية – بسرعة ، والتى لبعضها قرابة للأنواع التى كانت موجودة قبل أن يوجد الأكسجين فى الهواء. وبدلا من ثانى أكسيد الكربون ، تنتج هذه البكتريا غازا مختلفا، هو الميثان، (غاز الاستصباح) المعروف باسم (الغاز الطبيعى) والذى يعرفه مجتمعنا الحديث ، يرقد على هيئة خزانات كبيرة تكونت بفعل تكسر المادة العضوية فى بيئة خالية من الأكسجين بفعل ميكروبات تأقلمت على أداء هذا العمل ، وهذا هو ما يحدث (على مستوى أصغر بكثير) فى العمليات الحديثة لملء الفجوات الأرضية .

وتعمد بعض السلطات المحلية إلى استخدام الميثان والانتفاع به كوقود ، فكانت توجد فى ألمانيا الشرقية مواقع لملء فجوات الأرض مغطاة بالتربة وخشب الأشجار المخروطية مما يجعلها بيئة محببة للمجتمعات الميكروبية المحلية الوفية لتاريخها ، بغض النظر عن رؤوس الأنابيب التى تبرز من الأرض نتيجة للصيانة الموسمية للغابة . وترتبط هذه الأنابيب معا فى شبكة من المواسير المثقبة تنتشر عبر المخلفات قبل انتهاء المقلب

بسطح الأرض، وبينما تتكسر القمامة وتنتج الميكروبات الميثان الذى يجمع فى الأنابيب ويستخدم كوقود ، وتواجه الأمم التى لا تمارس هذه العملية مشاكل عديدة ، أولها إهدار كميات كبيرة من غاز المخلفات كان من الممكن الاستفادة منها، وثانيها التعرض لخطر الحريق الناجم عن تسرب هذا الغاز (الميثان قابل للاشتعال بدرجة كبيرة) وأحيانا ينفجر مشتعلا بدون مصدر خارجى للنيران، كما قد تتسرب فقاعات منه من الأراضى الندية أو من الدبال فى البرك. وحينما تلتقط النار عرضا ، فإنها تنتج لهيبا خافقا يرى من مسافات شاسعة ويعرف باسم «الوهج المستنقعى» وهو معروف جيدا للناس الذين يعيشون فى مناطق المستنقعات، ويشكل أحد مصادر الأساطير التى تتناول الأشباح ، وقد يبدأ تسجيلها ثانية فى مواقع ملء الأرض)، وثالثها أن الميثان غاز ينتج فى الصوب بكثرة ويضيف كثيرا إلى مستويات تلوث الهواء التى سيكون على الأجيال القادمة أن تكافح آثاره. وعلينا أن نتعرف كذلك على قيمة المخلفات المنزلية ، ونميز بينها وبين تلك الناتجة عن الصناعة ، فمعظمها يمكن أن يتم تحلله بالبكتريا ويستخدم كمصدر للطاقة . وإذا تعلمنا التعامل مع عالم الميكروبات، فسوف نبتكر مصدرا جديدا من الطاقة المتجددة ، وربما نجد طرقا أخرى لإعادة استعمال (تدوير) المواد التى نتخلص منها بصفة منتظمة. ويشكل كمر المخلفات النموذج الشائع لذلك، حيث تكسر الميكروبات تلك المواد العضوية فى المخلفات لتكوين السماد المكمور ، الذى يشكل مصلحا مثاليا للتربة ، وفى هذا السياق ، فالميكروبات تحلل فقط ما يأتى من الطبيعة .

وينبنى الكثير من حضارتنا على التحكم فى الميكروبات وإبطال نشاطهافيما لا يوافقنا، فحينما يتطلب الأمر التخلص من القمامة، فيحسن بنا أن نتعاون مع هذا العالم غير المرئى . وسوف تكون الوفورات كبيرة جدا نتيجة لتوليد المواد المستصلحة والتقليل فى تكاليف المواصلات وتحقيق المستويات الأقل من التلوث، فضلا عن ابتكار منتجات جديدة .

طالما وظفنا الميكروبات – بدون أن نعرفها – فى تنقية مياه شربنا، فالميكروبات الهدبية التى قامت بتنقية مياه الجدول الجبلى تنمو طبيعيا فى قيعان الجداول ، وهذه هى التى استخدمت فى معاملة مياه الشرب، وفى الحقيقة، فإن وجودها لا يعلمه إلا قلة من المندهشين .

ويشكل المرشح الرملى البطيىء أحد الطرق التقليدية لمعاملة المياه، وفيها تتم تجربة المياه على سطح بركة ضحلة واسعة تحتوى على طبقة من الرمل فوق أخرى من الحصى وقوالب الطوب المثقبة ، وعند تثبيت هذا النظام تتم تجربة الماء من أسفل الرمل

متحررا بذلك من الجراثيم التى كان يحتويها فى الأصل ، وإذا قبضت بيدك على الرمل ، فسوف تحس بلزوجة ملمسه، مما أدى إلى الظن بأن الماء قد احتوى على مواد عضوية احتجزت فى حبيبات الرمل، وهذا غير ممكن ، إذ أن الاعتراض الرئيسى على هذه الفكرة هو أن الفراغات البينية التى تفصل حبيبات الرمل عن بعضها أكبر بكثير من حجم الجراثيم المفترض أنها رشحت للخارج. ولما كان حجم حبة الرمل أكبر من حجم الخلية البكتيرية بمليون مرة، فليس لك حق أن تأمل فى أن طبقة من الرمل تستطيع أن تصور الحالة على أن الجراثيم استقرت ببساطة على سطح الرمل ، ولكن مرشح الرمل البطىء هذا يعمل فقط حينما يسيل الماء لأسفل خلال طبقتى الرمل والحصى، وهنا يقدم المجهر الإجابة ؛ فكل حبة رمل فى المرشح تستعمرها بسرعة المخلوقات الهدبية التى تتغذى على البكتريا. ومع تحرك الماء لأسفل خلال الطبقة ، تسحب هذه الخلايا الصغيرة المتقزحة اللون دوامة من الماء خلال أفواه خلاياها ملتهمة كل بكتريا صغيرة وهضمها كغذاء، وبقدر ما تتكاثر هذه الهدبيات ، تنقص أعداد البكتريا من الماء، وتمثل الحيوانات اللولبية مثالا نمطيا للكائنات التى تنقى الماء الملوث عن طريق التغذى على البكتريا ولديها جسم يشبه الجرس على ساق مغزلى ، وهذا الساق يمكنه الانقباض فجأة، يعود بعدها إلى طبيعته متمددا فى اتجاهات مختلفة، ويحدث هذا عندما ينتهى من استنزاف الغذاء فى ناحية معينة من الماء فيقفز إلى اتجاه آخر ، ولديه استجابة يستخدمها للهروب من الخطر. فإذا أتى أحد براغيث الماء يتخبط فإن الساق يرقص للخلف ويأتى ببرغوث الماء وبمساعدة بعض الحظ يصبح هذا البرغوث وجبة شهية . وللحيوان اللولبى (الفورتسيلا) حلقة من الأهداب حول الفم الذى يشبه الجرس، تعمل على دوران تيار من الماء فى داخل فم الخلية وخارجه مرة أخرى ، وتهمل الخلية أى جزيئات غير مرغوبة (حبات رمل أو تراب صغيرة)، ولكن أى شىء حى آخر مثل البكتريا، فإن الحيوانات اللولبية تلتهمها وتمر إلى البلعوم فى طريقها إلى السيتوبلازم ، وعندما يكتمل الهضم تتخلص من أى بقايا .

وعندما يكون الماء الذي يجرى ترشيحه غنيا جدا بالبكتريا، فإنه يلزم تغيير طبقة الرمل وإحلال أخرى جديدة محلها، لأنها تصبح مسدودة بنموات كل من الحيوانات اللولبية والكائنات الأخرى التى ترافقها. وقد علمت الخبرة الطويلة للقائمين على تشغيل هذه المرشحات نوع رمل الإحلال المطلوب استخدامه ، وكيفية ضبط الإمداد المائي والعمق اللازم لطبقة الرمل ، وعقب خصخصة صناعة الماء البريطانية بقليل ،

استخدمت طبقة من الرمل أقل سمكا مما يجب للحصول على مياه نقية، وكانت النتيجة ترك كمية كبيرة من الماء ملوثا بالميكروبات ، الأمر الذى كان يمكن لشخص متمرس أن يتجنبه .

ومن أكثر أمثلة التلوث البيئى وضوحا فى عالمنا الحديث بقع زيت البترول ولا تزال صور التلفزة لحياة الطيور الغارقة فى البترول وللثدييات البحرية المكافحة تسافر حول العالم . يثير هذا التلوث مشاعر قوية بالاشمئزاز، وكما أن لزوجة الزيت معروفة جيدا لكل منا ، فطبيعته التى يمكن إزالتها مألوفة لكل من حاول غسله من الأيدى بعد إصلاح آلة أو إزالته من السراويل القصيرة عقب الجلوس على شاطئ ملوث ، ولكن حينئذ فالميكروبات كانت تتعامل مع زيت البترول منذ مئات الملايين من السنين التى هى أطول من أعمارنا ، وكما يمكنك أن تتوقع، فإن أعمار هذه الميكروبات تتطابق مع عمر زيت البترول أيضا ، فلأن زيت البترول قديم ، فهناك أنواع عديدة من الكائنات يمكنها أن تمثله فى خلاياها، من ضمنها جنس البكتريا الذى يعطينا المضادات الحيوية (الأكتينومايسين) والبكتريا المسببة لمرض السل وجنس البكتريا الذى يسبب عدوى المستشفيات . وكما يمكن أن تتوقع، فبعض بكتريا الكبرتة القديمة تعرف بأنها تحلل زيت البترول .

وفى خلال حرب الخليج ضد العراق انتشرت مقولات أن تسرب زيت البترول فى البحر قد يسمم مياه الخليج لعدة قرون، ولم أؤيد هذا الرأى لأسباب غاية فى الوضوح، حيث تقضى هذه الأسباب بأن زيت البترول كان قد ضخ إلى السطح منذ ملايين السنين، وهذه هى المنطقةالتى يكون البحر فيها دافئا (مما يشجع على النمو البكتيرى) ، وكذلك غير عميق (مما يساعد على توفير إمداد من الأكسجين أفضل من الممكن فى مياه أعمق) ، وهناك تجمعات ضخمة من الكائنات موجودة مسبقا فى المنطقة، حيث قامت باستخدام ذلك الزيت كمصدر للطاقة ، منذ عهد أسبق من الوجود الإنسانى . وقد عرف التسرب الطبيعى لزيت البترول فى الخليج بواسطةالقدماء، وكانوا يحرقونه كوقود، وحيثما كانت طبقة الزيت أرق كانت تتبخر تاركة خلفها رواسب ساخنة من الأسفلت، الذى درجت المجتمعات المحلية من السكان منذ عهد بعيد على تقليد مؤداه أن تصنع نماذج من هذا الأسفلت قبل أن يبرد ويتصلب وإلى يومنا هذا ، يشترى الزائرون زينات سوداء اللون تم تشكيلها باليد بينما كان الأسفلت لا يزال طيعا ولينا .

وقد تم تقدير المدى الحقيقى لغمر الخليج بزيت البترول بناء على تصديق جامعى التبرعات، فالكميات المسفوحة فى البحر من زيت البترول فى ألاسكا من شركة إكسون فالديز فى عام ١٩٨٨ بلغت ثمانية وثلاثين ألف طن (أحد عشر مليون جالون) ، لوثت أكثر من ألفين وأربعمائة كيلومترا (ألف وخمسمائة ميل) من الخط الساحلى للشركة التى كان عليها سداد ثلاثة بلايين دولار أمريكى بالإضافة إلى غرامة تصل إلى ٥ بلايين دولار أمريكى. وفى أوربا ، نجم عن كارثة تورى كانيون فى ساحل الكورنيش عام ١٩٦٧ أن تسرب إلى المياه ما جملته مائة وواحد وعشرون ألف طن (خمسة وثلاثين مليون جالون) من زيت البترول ، كما أدى تحطم الناقلة «أموكو كاديز» عند الساحل الفرنسى فى عام ١٩٧٨ إلى تسرب مائتين وخمسة وعشرين ألف طن (خمسة وستون مليون جالون) إلى الخليج الإنجليزى ، ولن يعرف أبدا المدى الكامل لتأثير كارثة الخليج ، ولكن أكثر من ثلثمائة وخمسة وأربعين ألف طن (مائة مليون جالون) أريقت فى البحر. وقد شوهدت قطعان كبيرة من الطيور البحرية كالغاق والكروان وصائد المحارة والطيطوى أحمر الساق تتخبط فى الماء، بينما تسممت مستعمرات من خراف البحر ومجموعات من السلاحف البحرية، وبدأ موت الدرافيل، ولكن بمضى الوقت انتشرت التقارير فى العالم بأن الميكروبات البحرية كانت قد بدأت فى إعادة استخدام زيت البترول وتحويله إلى مركبات غير ضارة، وأدى عمل هذه الميكروبات إلى استعادة واسعة النطاق للحالة الطبيعية لمياه الخليج التى أفسدها زيت البترول فى زمن قياسى. وإلى يومنا هذا، توجد رواسب جامدة على طول علامة المد العالى ، تنضم إلى الرواسب الأخرى التى يرجع تاريخها إلى آلاف السنين. ولكن الرواسب الزيتية فى البحر كانت قد اختفت حيث فاق معدل رجوع مياه الخليج إلى حالتها الطبيعية كل التوقعات .

وحتى لو أن هناك عدوان على البيئة، فلم يكن الأكبر طول الوقت ، فقد انفجر بئر زيت البترول التابع لشركة إيكستون -١ فى حقل كامبيشى فى يونيو ١٩٨٩، والذى صب أكثر من خمسمائة ألف طن (مائة وخمسة وأربعين مليون جالون) من الزيت الخام فى خليج المكسيك فى يونيو ١٩٨٩ وامتدت لزوجة الزيت الناتج لأكثر من ستمائة وخمسين كيلومترا (أربعمائة ميل). ولسنا بحاجة إلى القول بأن عالم الميكروبات أتى لإنقاذنا، حيث تغلب علي تهديد البيئة الذى كانت هذه الكارثة تمثله . وفى السنوات الحديثة رأينا حوادث أخرى مماثلة على ساحل وست ويلز، وشهدنا حطام الناقلة على السواحل الصخرية لشيتلاند . وهناك تسربات بترولية مستمرة من المكسيك وعبر

الشـرق الأوسط ، ولكن الانطبـاع الأجدر بالملاحظة الذى اكتـسبتـه من زيارة المواقع الكبرى لتسرب زيت البترول، ليس بما خلفته من الموت والدمار، ولكن بشـعور غلاب بأن الحالة طبيعية، فنحن نأتى ونرش البحر بالمنظفات (المعروفة الآن بقتلها للحياة البرية لعدة أميال حولها) ، وحينئذ نتحسر على قتل الحياة البرية، ولكن الميكروبات تستطيع إزالة زيت البترول وإعادة البيئة إلى حالتها الطبيعية، حتى لو لم نفعل شيئا، ومعظمها من الأنواع التى لم يتم فهمها جيدا، وسوف يكون واضحا أن أفضل ما يمكن عمله فى هذا الشأن هو رش مركبات تنشط عمل هذه الميكروبات، بدلا من إفساد النظام البيئى عن طريق استخدام الكيماويات . ويشكل هذا مدخلا جديدا، ولكن من ذا الذى يسمح لنا بأن نتعامل مع قوى الطبيعة للاستفادة منها بدلا من محاولة تدميرها. وتعد حادثة شيتلاند النموذج الأجدر بالملاحظة على سرعة استعادة الحالة الطبيعية للبيئة ، فعند وقوع الكارثة أفادت التقارير الرسمية أن تلك المساحات قد تصبح خربة وأن التوازن البيئى قد فقد إلى الأبد ، ولكن كانت الميكروبات قد بدأت فى العمل، ففى خلال أسبوع من الكارثة تبخر كثير من زيت البترول المتسرب وتوزع الباقى فى المحيط حيث هضمته الميكروبات التى عاشت منذ أزمنة سحيقة فى البحر .

توجد بعض التقنيات التى كانت مستخدمة من قبل ، والتى يمكن بها توظيف الميكروبات لصالح الإنسان ، ويتضمن أحد هذه التقنيات إغراق بئر البترول العائمة فى قاع البحر، عن طريق ملئها بسليكون معامل برماد طيار، فيقاوم الرماد الماء لكى تظل البئر عائمة حتى يتحد هذا الرماد مع زيت البترول ، وحينئذ ، ولأن المركب الناتج عن اتحاد الرماد والزيت أكبر كثافة من ماء البحر، فإنه يغطس إلى قاع البحر، ويعنى اندماج الميكروبات فى ذلك الرماد أن يبدأ تحلل الزيت سريعا ، وهذه فكرة مغرية لأول وهلة ، ولكن كتل الزيت الغارقة تفرض بدورها مشاكل على مستخدمى البحر الآخرين ، بما يعنى مثلا أن يصبح الصيادون غاضبين من سكب حمولات من الزيت نصف المهضوم، بينما كانوا يأملون فى اصطياد الأسماك .

هناك نوع من البكتريا استخدم للمساعدة فى تنظيف ناقلات البترول وهو (سيدوموناس بوتيدا) الذى يتميز بشهية طبيعية لزيت البترول تستطيع بعض سلالاته التى طورت أن تهضم أكثر المركبات غير الشهية ، بما فى ذلك النفتالين والكافور ، فيمكن رش مزارع هذه الكائنات على الخزانات الفارغة للناقلات لتكسر عددا من الرواسب . وقد كانت توجد خطط لاستخدام الميكروبات لتخفيف قوام زيت البترول

فيسهل استخراجه، مثل «بكتريا الكبرتة العضوية» التى يمكنها أن تستعيد المعادن من خامها المنخفض الرتبة ، ومن الممكن استخدام مزارع لمهاجمة رقائق الفللين غير المستعملة والملوثة بالقطران، لكى يمكن استرجاع الزيت الأقل كثافة منها . وفى بعض التطبيقات يتم دفع الماء فى آبار البترول أثناء استخراج الأخير ، وتساعد هذه الطريقة عندما يكون الماء لزجا بعض الشيء، ويوجد ميكروب يسمى «زانثوموناس» ينتج مادة مخاطية تعرف باسم «زانثان» تملك الخواص المناسبة تماما لرفع لزوجة الماء المحقون فى بئر البترول. وإلى هذا المدى تستفيد صناعة البترول من الميكروبات فى زيادة كمية البترول المستخرجة من البئر، فهل توجد فى المستقبل إمكانات أكثر من هذه الكائنات لرفادة صناعة البترول؟ وكما يمكن أن نتوقع، فلم تضيع الميكروبات وقتا فى استغلال الطريقة التى نستخدم بها منتجات البترول . فمن المعروف منذ قرون أن تقطيع السائل المستخدم على الشرائح فى المصانع يسبب انسداد فراغاتها الدقيقة، فحين يتكون السائل من مستحلب زيت نظيف فى ماء مرشح بعناية فهو يشكل بيئة مثالية لنمو الميكروبات المحللة لزيت البترول ، حيث يسبب تكاثرها الانسداد، ولذلك تستخدم إضافات خاصة لوقود الطائرات، لأن الميكروبات يمكنها أن تنمو فى خزانات الوقود ، مما يسبب كوارث خطيرة ، ولهذا قامت المؤسسات العسكرية ببحث المشاكل التى تنجم عن نشاط الميكروبات فى خزانات الوقود – بحثا مكثفا، حيث إن هذه المشاكل يمكن أن تعقب آثارا استراتيجية. ويعنى المنقب عن البترول بالطريقة التى تستطيع بها الميكروبات أن تشق طريقها خلال المعدن الصلب ، فيمكن أن يتم تدمير أنبوبة من الصلب بفعل الميكروبات فى ظرف عام أو عامين، ولذلك فمن المهم أن تعمل حسابا للوجه الآخر من العملة ، فطوال الوقت الذى كنا نرمى فيه إلى تسخير الميكروبات لتساعدنا على بلوغ أغراضنا ، يمكنك أن تفترض أن الأخوة الميكروبية معدة جيدا لاستغلال تقنياتنا لخدمة أغراضها هى ، فالميكروبات تشكل فرصا كبيرة ، لابد من جمعها ، إذ لم يحدث أن جمعت معا لتكون المجتمعات المتعاونة المندمجة ، بما نسميه «الأشجار والناس»، وفى عالمنا الحديث ، تستطيع الميكروبات غالبا تطويع مستحدثاتنا لصالحها بأسرع مما نستطيع أن نستخدمها لخدمة أغراضنا .

لقينا من استخدام الأسمدة وأساليب الزراعة الحديثة نجاحا غير عادى فى إنتاج الغذاء ، بالرغم من أن تكثيف الزراعة الآن يدمر البيئة ، وبدلا من إعادة المادة العضوية المكمورة إلى التربة ، فإننا نضع فيها كميات من السماد المرتفع النترات . وفى المنطقة

المسماة فنلاند ، حول كامبريدج، حيث أقطن، يبلغ عمق التربة الدبالية مترين أو ثلاثة أمتار (حوالى عشرة أقدام) تأكسد معظمها، كما أن الأرض فى بعض المساحات تحتوى على طين – ويحرثها المزارعون بانتظام – لعمق سنتيمترات قليلة (بوصة أو بوصتان) لموسم زراعة جديد. كما توجد فى كهوف الصحراء رسوم مفعمة بالحيوية لكساء نباتى غزير يعيد إلى الذاكرة العصور المبكرة التى كانت المنطقة مزروعة خلالها لإنتاج الغذاء ، ويجب أن يشكل هذا إنذارا لنا بضرورة مراعاة الحفاظ على مستوى المادة العضوية فى التربة بحالة طيبة، الأمر الذى لا نلتفت إليه عند استخدامنا للتقنيات الزراعية الحديثة .

على الرغم من أن الميكروبات مكون هام فى التربة، فإن قليلا من الجهد يبذل لفهم كيفية التخطيط البعيد المدى الآخذ فى الاعتبار لكل عوامل الإنتاج من التربة ، فالعالم ينتج اليوم من الغذاء ما يكفى للجميع، ولا يوجد نقص فى هذا الغذاء بما يؤدى إلى التسبب فى المجاعة عبر مناطق العالم النامى ، ولكن يكمن النقص الذى نعانيه فى النوايا الطيبة. وقد حاولنا فى بريطانيا فى الثمانينات من القرن العشرين أن نصبح منتجين للغذاء ، بدلا من أن نستورده ، وأخيرا بلغنا تلك النهاية السعيدة . وكان يجب أن يكون هذا داعيا إلى الفرح والاحتفال ، ولكن بالطبع حدث العكس،فقد انتُقِدنا بقسوة من جانب بروكسل بسبب زيادة إنتاجنا، وكان أن حلت سياسة الإلغاء محل سياسة الاكتفاء وحتى منذ ذلك الوقت ، كان المزارعون يتلقون أموالا كثيرة لكى لا ينتجوا الغذاء . وأصبحت الجهود لنقل فائض الغذاء إلى مناطق انتشار سوء التغذية أقل وضوحا ، وتشكل الآفات الزراعية أحد أكبر الأخطار على استمرار الزراعة وإنتاج الغذاء. وقد نشأت هذه الآفات وتطورت مع حاجتها إلى عوامل جديدة ، وقد سهلت نظم الزراعةالحديثة هذا العمل أمامها، فنحن نزرع خطوطا وراء خطوط من النبات العائل، وغالبا ما يمتد هذا إلى الأفق، فيتطفل عليه نوع الآفة المتوقع أن ينتقل مسافة كيلومترا (نصف ميل) أو أكثر ، ليجد نباتا جديدا مستعدا ليعوله ومنتظرا لتطفله عليه، وهذا هو السبب فى تفشى الإصابات فى المزارع عبر العالم ، وكان ينظر دائما إلى رش الكيماويات كأفضل دفاع ضد هذا الغزو من الآفات ، ولكن المعرفة التى اكتسبت حديثا تلقى ظلالا من الشك على هذا المدخل، ففى الخمسينيات من هذا القرن كان المعتقد أن الولايات المتحدة الأمريكية تستطيع ببساطة أن تخلص نفسها من الحشرات ، جاعلة بيئتها أكثر بهجة للآدميين الذين يسكنونها ، وكانت هذه فكرة متغطرسة، لو أمكن

تنفيذها لمحت أكبر أمة فى العالم. تلعب الحشرات دورا هاما فى الصراع من أجل الحياة، فهى عامل أساسى فى تلقيح الأزهار اللازم لتواصل أجيال النبات حياتها ، كما تنظم الحشرات حياة الآفات ؛ التى تلحق أضرارا أكثر بالمجتمع الإنسانى، كما أن الحشرات وسائل هامة لنقل المعلومة الوراثية لمسافات بعيدة، فيرقاتها التى تشبه يرقات ذباب اللحم، تقوم بأول خطوة فى تحلل جثة الحيوان ، حتى لو كانت تلك الجثة فى مكان بعيد عن ملامسة التربة ، (وبذلك لا تكون ملامسة للعديد من الكائنات المحللة) . ومن الصعب استمرار الحياة فى عالم بلا حشرات، فسرعان ما تتهدد حياة الإنسان بالفناء ، وهناك بلا شك وظائف عديدة لا يشكك العلم حتى الآن فى قيام الحشرات بأدائها. أثارت مادة (د.د.ت) البادرة الأولى للشعور بخطر الإسراف فى استخدام المبيدات الحشرية ، ليس بسبب التأثير الطبى على الإنسان ، ولكن بسبب المشاكل التى سببتها هذه المادة للحياة البرية، فبينما نتقدم على امتداد سلسلة غذاء تتضمن هذا المركب، يمكننا أن نتصور نموذجا يبين لنا سهولة تراكم المواد غير المرغوبة فى الأنسجة؛ ودعنا نتخيل على سبيل المثال طائر البجعة التى تستهلك مئات الأسماك، وكل سمكة استهلكت آلاف المخلوقات العالقة فى الماء ، كل منها استهلكت مليونا من الميكروبات . فإذا كان هناك شيء غير مرغوب فى الميكروبات، فسيرتفع تركيزه ، بينما نصعد فى سلسلة الغذاء إلى البجعة، حتى يصبح مائة ألف مليون ، وهذه فكرة بسيطة عن كيفية تراكم مادة سامة فى الأنسجة عند كل مرحلة، إذا لم تتحلل هذه المادة بفعل الميكروبات، – وأنا أفضل أن أستخدم تعبير «قمع الغذاء» بدلا من «سلسلة الغذاء» ، (لأن التعبير الأخير يعنى تساوى الحلقات، الأمر الذى لا نجده بالضبط فى كثير من الحالات) ، بينما يتضمن تعبير «قمع الغذاء» التركيزات الضخمة التى تتراكم فى غذاء فرد جديد .

وتوضح البيانات العلمية الخطر الذى يمكن أن ينجم عن هذا التراكم ، فتكشف الأرقام المنشورة أن تركيز المادة (د. د. ت) لا يزيد عن خمسة أجزاء فى العشرة بليون يمكن أن يزيد إلى ثلاثة وعشرين جزءًا فى المليون فى نهاية الأمر فى طائر عند إعداده للطعام، وهذه الزيادة تقدر بخمسمائة ألف مرة – أى خمسين مليونا فى المائة ، كما يقال فى عالم الأعمال . وحتى عند هذا المستوى، فهناك تأثيرات قليلة على الحالة الطبية للطيور البالغة ، ولكن التأثير كان حاسما على الطريقة التى ترسب بها أملاح الكالسيوم التى تدخل فى تكوين قشور البيض ، فتصبح هذه القشور ضعيفة وسهلة

الكسر ، فكان عدد الأفراخ القابلة للحياة والتى تمكنت من مغادرة العش قليلا، وأصبح بقاء العديد من أنواع الطيور الشائعة مهددا بالزوال. وقد تضاعف تعداد السكان منذ تحريم مادة (د.د.ت) . ولكن يجب أن نتحقق من كيفية اقترابنا من خسارة بعض أنواع الطيور الهامة فى بيئتنا. فمركب الملاثيون الذى استخدم على نطاق واسع فى كاليفورنيا للقضاء على ذبابة البحر المتوسط التى تصيب الفاكهة ، يعرف الآن بأنه تسرب إلى الأنهار ودمر قطعان السمك المحلية ، ومن الواضح أن هناك دروسا لا يزال من اللازم على المشتغلين بالزراعة تعلمها .

يتزايد تركيز هذه السموم من خلال صبها فى «قمع الغذاء» فى الطبيعة، ولكننا نحتاج مع ذلك استيضاح مقدار سمية هذه المركبات للإنسان . فقد اتضح أن مركب «الكيبون» وهو المادة الخام المستعملة فى تحضير المبيدات الحشرية كانت هى السبب فى مرض عدد من العاملين فى الإنتاج بمصنع فى هوبويل بولاية فرجينيا ، وأظهر التحقيق المكثف أن هذا المركب قد لوث نهر الجيمس الذى يمر بالمصنع ، كما تبين أن الأسماك التى فى ذلك النهر تحتوى على مستويات مرتفعة من تلك المركبات، فمنع صيدها نهائيا. ومن الواضح أننا نحتاج إلى تأييد نشط لتنظيم إنتاج هذه المركبات. ولا بد لنا أن نعرف أكثر عن التكسير الحيوى للكيماويات الجديدة التى نضعها فى البيئة. والمثل على ذلك مادة ثنائى الفينايل عديدة الكلور (ث ف ع ك)، فهى معروفة جيدا ، وكانت فى الماضى تستخدم على نطاق واسع، مما أحدث كوارث غير متوقعة ، أولاها ، انتشار مرض سجل فى اليابان عام ١٩٦٨ ، ظهر على شكل تسمم ألف شخص نتيجة تناول طعام مطهو بمادة (ث ف ع ك) ، وقد استغرق البحث عشر سنوات قبل تحريم هذه المادة فى الولايات المتحدة الأمريكية. ومنذ عام ١٩٧٨ ، لم تستخدم تلك المركبات فى أى مكان فى أمريكا ، ولكن ثلث الأمريكيين لا زالوا يحملون تلك المادة فى أجسامهم . وأمكن على مستوى المعمل – حل مشكلة تلوث البيئة بمركب (د. د. ت) بتحلله حيويا بواسطة بكتريا ذات جينات تعمل شفرتها الوراثيةعلى إنتاج إنزيمات قادرة على تكسير هذا المركب ، كما فى حالة العديد من المركبات الأخرى العضوية، ولكن هذا المركب ليس مصدر طاقة، ولذا ، فليست له الأفضليةالأولى عند البكتريا، ولذلك، فتحت ظروف المعمل تزود البكتريا بمصادر غزيرة للطاقة لكى تقوم بتكسير جزىء مركب (د. د. ت) ، بينما تتغذى عليه. وفى الطبيعة حيث لا تنتفع الميكروبات غذائيا من تكسيرجزىء هذا المركب، فتهمله فى العادة، وهذا هو السبب فى طول فترة

أثره المتبقى فى البيئة ، فالتركيب الكيماوى للجزىء هو الذى يمسك بمفتاح بقائه فى البيئة .

أوضحت الدراسات فرقاً أساسيّاً بين نوعين من مبيدات الحشائش هما (٢-٤-د)، (٢-٤- ٥- ت) ، فالأول قابل للتحلل الحيوى ولا يبقى له أثر فى التربة بعد أسابيع قليلة ، بينما لا يختفى الثانى. ويمكن أن يبقى فى تربة ملوثة به لبضع سنين، وسبب ذلك يكمن فى التركيب الكيماوى، فالفرق بين المركبين هو ذرة واحدة، إذ يختلف تركيب الأول (٢-٤ - ثنائي كلورو حامض الفينوكسى خليك) عن الثانى (٢-٤-٥- ثلاثي كلورو حامض الفينوكسى خليك) فى إضافة ذرة كلور إلى قلب جزىء المركب الثانى، فتثبط هذه الذرة الإضافية تأثير الإنزيمات، وبذلك يظل فى البيئة بدون تكسير. والآن، وقد أصبح بإمكاننا أن نفصل الجزيئات حسبما نرغب، فإننا نحتاج لأن نفهم بالضبط، ما سوف يحدث لمركب تم رشه فيما حولنا، فلا بد من أن تأخذ الدراسات فى اعتبارها ما يحدث بعد الرش. فعلى سبيل المثال، مبيد الحشرات المسمى (ديلدرين) يتكسر فى التربة، ولكن بمساعدة ضوء الشمس، يتحول إلى مركب آخر يعرف عادة باسم (فوسفو ديلدرين) المقاوم للهدم الحيوى فى هذه الصورة. وهذه الصورة المتغيرة من الجزىء يمكنها البقاء فى التربة لعدة سنين. فحين نفكر فى كيفية إنتاج كيماويات للمستقبل، نحتاج إلى النظر فى الطريقة التى سيختفى بها المركب، وأيضا فى التأثير الذى سيحدثه على المدى القصير. ومن حسن الحظ وجود نوع من البكتريا من جنس (سيدوموناس) يمكن أن تحوى جينات تمكنها من هدم مركب (٢-٤-٥-ت) فى المعمل، ونوع آخر من جنس (أكتينوباكتر) يحتوى على جينات تمكنها من هدم مركبات عضوية أخرى. وقد نستطيع فى المستقبل أن تستخدم هذه الميكروبات لتساعدنا فى تقليل السموم التى كُنّا قد وضعناها فى بيئتنا .

هناك مجال هام للتدخل ندين فيه منذ زمن قديم لأبناء العمومة ؛ الميكروبات، والصرف الصحى هو المجال الذى عنيته ، فتخيل فقط مدينتك الصغيرة فى الثامنة صباحا، حيث الآلاف من الناس يلبون نداء الطبيعة جالسين فوق آلاف المراحيض التى تهدر مياهها - بعد قضاء حاجة هؤلاء الآلاف - لتصرف فى وقت واحد آلاف قطع البراز المتجهة مع تيار المياه فى طاعة تامة .. إلى أين ؟ هذا هو السؤال الذى لا يسأله أحد .

يعد الأمريكيون أكثر المستهلكين إسرافا فى الموارد، فالطريقة الأمريكية للحياة، تعرض مثالا للأسلوب الذى يتحرك به المجتمع المتحضر، فكل يوم يتخلص الأمريكى من ٥ر٨ كيلوجرامات (١٩ رطلا) من الوقود البالى ، نتيجة استهلاك ٨ر١ كيلو جرام (٤ أرطال) من الغذاء ، بالإضافة إلى ٥٥٠ كيلوجراما (١٥٠ جالونا) من الماء (أكثر من استعمال الغسالات الآلية وغسالات الأطباق) . وهذا يجرى فى المنزل الأمريكى، ويخرج من ذلك ٩ر٠ كيلوجرام (رطلان) من الغازات الملوثة للبيئة، بالإضافة إلى ٨ر١ كيلوجرام (٤ أرطال) من القمامة، فضلا عن ٤٥٠ لترا (١٢٠ جالون) من النفايات التى تذهب إلى بالوعات الصرف الصحى. وتحتوى مياه الصرف الصحى أقل من ٢٪ مادة عضوية فاقدة ، يصدر معظمها من وحدات القمامة التى تطحن فضلات المطابخ إلى قطع دقيقة ، والباقى عبارة عن ماء ، تلزم إعادة استخدامه بالطبع ، وهذا ما تقوم به وحدات معالجة المياه لتهيئتها ليستخدمها أشخاص آخرون . ويقال فى الوقت الحاضر عن المشروبات اللندنية ، أن كوب الماء الذى تشربه قد سبق أن مر خلال تسعة أشخاص على الأقل، وبدون أن يتغير طعمه، وللبراز تركيب جدير بالاهتمام؛ فيتكون ثلثه من ميكروب القولون الذى اكتسب حديثا بسمعة سيئة ، ونوع آخر رديء السمعة يعرف بميكروب القولون – ١٥٧. ولكن لا تلم المجتمع كله بسبب السلوك المنحرف لفرد سيىء. فمعظم سلالات النوع الأول غير ضارة، فضلا عن أنها تساعدنا من خلال وجودها فى أجسامنا ، فالبكتريا التى تعيش فى أمعائنا مسئولة عن مساعدتنا بتخليق الفيتامينات ولعب دور فى هضمنا للطعام. وبكتريا القولون هامة لسبب آخر كذلك، لأنها تعيش فى الأمعاء ، فيمكن استخدامها كدليل على تلوث مياه الصرف الصحى. فإذا استطعت أن تجد فى مجرى ماء نوع البكتريا الذى يعيش فقط فى الأجسام الآدمية، فيمكنك أن تستنتج بأمان أن الماء ملوث بمياه الصرف الصحى ، وتعفيك هذه الطريقة من البحث عن البراز ، فبكتريا القولون صديق وحليف ، وليست بعدو لنا. وإذا كانت هناك كائنات دقيقة ممرضة فى البراز، فيتسبب عن تلوث الماء أو الطعام بتلك الميكروبات الانتشار الواسع للأوبئة الكبرى مثل الكوليرا والتيفويد (وحديثا بكتريا القولون – ١٥٧) ، فهى تنتشر عن هذا الطريق، ولذلك ، فإن من المهم أن تعالج مياه الصرف الصحى بحيث تكون نقية تماما قبل استخدامها . بما أن الأكسجين مطلوب لهدم المادة العضوية إلى ماء وثانى أكسيد كربون ، فيمكننا أن نقّيم كمية مخلفات الصرف الصحى بتقدير كمية الأكسجين المستهلكة لهدم كل المادة العضوية . لا يحتاج

ماء النهر لأكثر من حوالى ١٠٠ ملليجرام من الأكسجين فى اللتر (١٠ أوقيات لكل جالون) لأكسدة كل المواد العضوية به، بينما قد يحتاج حساء غنى بالمواد المغذية إلي ٧٠ أو ٨٠ مرة مثل ذلك القدر من الأكسجين ، وهذا يعطى الاحتياج البيولوجى للأكسجين (أ ب أ) الذى يصبح الطريقة القياسية لتقييم كمية التلوث بالمادة العضوية فى عينة ماء. وتتضمن المعالجة الأولية لمياه الصرف الصحى تحريكها فى خزانات ثابتة لترسيب المكونات الكبيرة فى القاع، وتتضمن هذه المكونات الحصى والزجاج وقطع العملة والواقيات الذكرية والمجوهرات. ويمكن بعد حوالى ساعتين تعريض السائل المتبقى لمعاملة ثانوية فى وحدة الراسب التى يتم تنشيطها بتقليب السائل بقوة وضخ الأكسجين فى الخزانات، وليس على العاملين بالوحدة أن يفعلوا شيئا بالإضافة إلى هذا، لأن الميكروبات الهوائية الموجودة طبيعيا فى هذا النظام سرعان ما تقوم بتمثيل المادة العضوية، وتنخفض قيمة الاحتياج البيولوجى للأكسجين (أ. ب. أ) بقدر تقدم هذه العملية. ودلت الأبحاث التى أجريت على أنه قد تم التعرف على بعض مجموعات الميكروبات المشاركة فى هذه العملية وكذلك أعداد ضخمة من مختلف أنواع البكتريا والخمائر، وهذه هى الكائنات التى تقوم عادة بهدم المخلفات العضوية فى النهر (بما فى ذلك شاة ميتة على سبيل المثال)، ولكنها تقيم احتفالا وتنمو أسرع فى هذه الخزانات التى تحتوى على الراسب النشط. فتستهلك البكتريا عن طريق التهامها بواسطة الحيوانات الهدبية والمخلوقات الأخرى الصغيرة، فتنخفض قيمة (أ. ب. أ) فى الماء نتيجة لذلك بمقدار ٩٥٪، وفى بعض الوحدات يتم هضم محتويات الصرف الصحى بدون ضخ الهواء فى الخزانات. وهو النظام اللاهوائي من الهضم لا يحتوى على أكسجين يكفى لإنتاج ثانى أكسيد الكربون والماء ، فيصبح غاز الميثان هو الناتج النهائى بدلا من ثانى أكسيد الكربون والماء. وهذه الوحدات تستخدم ذلك الغاز لتشغيلها ذاتيا، وتعرف هذه الوحدات باسم «وحدات الهضم اللاهوائى» ، ويمكن لهذه الوحدات أن تتعامل مع تركيزات من الملوثات تعادل ٢٠ مرة تلك التى تتعامل معها خزانات الوحدات العادية التى تحوى «الرواسب النشطة» ، ولكنها لا تخفض قيمة (أ. ب. أ) إلا بمقدار ٧٥٪ فقط، ويطبق المسئولون عن تشغيل هذه الوحدات أكثر الطرق دقة لتنقية المياه من المخلفات. وهناك مدخل ثالث لعلاج المشكلة، ويستخدم فى المناطق المشمسة، ويتم بتحريك محتويات الصرف الصحى فى البحيرات الخاصة بالمعالجة ، فتعمل الطحالب النامية فى ضوء الشمس على إنتاج الأكسجين الذى تحتاجه البكتريا

الهوائية لأكسدة تلك المخلفات، وسرعان ما تنمو هذه الطحالب حتى أنها تزال من البرك بالأطنان، وهذه الميكروبات الطحلبية غنية بالبروتين، ويمكن تصنيعها لإنتاج علف للماشية، ويجب خلطها بالمواد الغذائية الأخرى، لأنها غنية جدا فى البروتين لدرجة تجعلها أكثر تركيزا من أن تستخدم كمصدر وحيد للغذاء. وتنتج الولايات المتحدة الأمريكية من هذا البروتين الميكروبى الناتج عن معالجة محتويات الصرف الصحى ما يكفى لتغذية ربع ماشية العالم، وتستخدم بعض وحدات معالجة محتويات الصرف الصحى معاملة ثالثة تتم خلالها تجرية الماء على برك أو خلال أبراج مرتفعة، لتنظيف الماء نهائيا. وفى كل الحالات، يجرى ترشيح الماء نهائيا ومعاملته بمادة مثل الكلور للتخلص من الجراثيم. ولمنع وجود آثار متبقية من الكلور، فيتم التحكم فى مستواه فى الماء، وخلال المعاملة الثالثة يمكن أن ينخفض مستوى النترات نتيجة نشاط البكتريا مثل بكتريا سيدوموناس ، التى تحرر النيتروجين من النترات ، فيعود إلى الهواء الجوى، ولكن ليست الجراثيم والنترات وحدها التى تسبب الأضرار من محتويات الصرف الصحى. ففى المناطق الصناعية توجد كذلك كميات يمكن حصرها من الملوثات الكيماوية. وفى الحقيقة ، يشكل هذا أحد الأسباب لعدم انتشار استخدام مخلفات الصرف الصحى فى التسميد ، مما يبدو اقتراحا قيما، وفكرة مفيدة ، ولكن هذه المخلفات الناتجة من المناطق العمرانية ملوثة بتركيزات بالغة الارتفاع من المعادن الثقيلة التى تستخدم على اليابسة، بينما تخلو محتويات الصرف الصحى فى المناطق الريفية من العناصر المعدنية، حيث تخلو عادة من الكادميوم والكروم ، بالرغم من وجود تركيزات قليلة من الرصاص وربما ٧٥٪ جزء فى المليون من النيكل ، وقارن تلك الحالة بما تجده فى محتويات الصرف الصحى المتخلف من مدينة صناعية ، حيث تختلف الصورة اختلافا مثيرا ، فتجد أكثر من ١٠٠ جزء فى المليون من كل من الكادميوم والنيكل، وأكثر من ٥٠٠ جزء فى المليون من كل من الكروم والرصاص . ويزيد تركيز الزنك فى مخلفات الصرف الصحى، من ١٠٠ جزء فى المليون فى المناطق الريفية إلى أكثر من ٢٠٠٠ جزء فى المليون فى المدن. وإذن، فنحن نحتاج إلى اتخاذ احتياطات أكبر بكثير لمنع هذا التلوث الشامل فى البيئة ، ليس فقط لأن تلك القيم أعلى من أن نخاطر بتسميم محاصيلنا بها من خلال هذه المخلفات (حيث يمكن أن تكون نافعة كأسمدة)، ولكن لأن هذه المعادن يمكنها أن تسمم الميكروبات التى نحتاجها لتنقية نفاياتنا، فضلا عن تداخلها مع المعالجة الكفؤة لمحتويات الصرف الصحى .

ويرجع إتقان الآدميين فى التخلص الآمن من النفايات إلى قرون مضت، حيث تم إتقان التقنيات التقليدية التى نستخدمها اليوم (مثل الطرق التى نستخدمها فى إعداد الطعام وإنتاج الجلد) بدون أن يعرف الدور الهام الذى تقوم به الميكروبات فى هذه العمليات .

والأكثر إدهاشا ، أن القليلين يفهمون أن الميكروبات هى التى تنظم هذا العمل ، فعلاقتنا الحميمة بجيراننا من الميكروبات مستمرة منذ زمن طويل، ونحن نميل إلى الاعتقاد بأن الكائنات الدقيقة جبلت على الإضرار بنا، ولكن هذا تشويه للحقيقة ، فالميكروبات التى فى العالم تحمينا، وتخدمنا وتساعدنا على التحكم فى تلوث البيئة (وأداء العمل بأفضل مما كان يستطيعه الجنس البشرى أبدا) ، وتنظيم بيئتنا . فالميكروبات التى تنقى ماء شربنا الذى مر خلال أعداد لا حصر لها من الكائنات الحية، قد يبدو كريه المذاق، ولكن (شكرا للميكروب)، فالماء الذى نحصل عليه من وحدة المعالجة أنقى بكثير مما بدأنا به .

(٦)

أمراض جديدة

تهاجم بعض الميكروبات منذ قديم الأزل ، الآدميين الذين طالما عانوا من ملازمتها لهم، مسببة أمراضا مروعة، مثل الكوليرا والتيفويد والالتهاب السحائي والجدرى. ونحن نرى هذه الميكروبات كعالم يزاحمنا ويهدد مستقبلنا، إلا أننا تمكنا بنجاح عبر قرون ، من إجبارها على التراجع. وتندر الإصابة بالتيفويد والكوليرا فى العالم الغربى ، بينما يمكن الشفاء من الالتهاب السحائى البكتيرى إذا بدأ العلاج فى الوقت المناسب ، وأما الجدرى، فقد أمكن القضاء عليه كلية .

فى السنوات الأخيرة قوبلت حملتنا المظفرة بنتائج عكسية مفاجئة. فلأول مرة فى تاريخ الإنسان، نواجه بمجموعة كبيرة من جراثيم جديدة، لم تكن موجودة من قبل فى المراجع الطبية منذ أجيال، فلم يكن الكثير منها معروفا من قبل. أما تلك التى سجلت، فقد تم تسجيلها على أنها نادرة الحدوث، بينما نواجهها الآن فى الصحف اليومية. وإذن فقد انتقلنا من قهر الأمراض التقليدية إلى إطلاق سراح أمراض جديدة، استطاعت أن تبعث الرعب فى قلوبنا، من جراء قدرتها على إصابتنا بدون تمييز، مما أكسبها صفة العمالة المسببة لهذه الأمراض الخطيرة البالغة التطور، كما لو كانت تنتوى تدمير الإنسانية، وهذا غير صحيح، ولا يصور الحقيقة تصويرا معقولا، فهذه الجراثيم المرضية إنما هى كائنات خارجة عن جماعة الجراثيم، وأقرب إلى أن تؤذى نفسها بالقدر الذى تؤذى به عائلها. فالجرثومة الناجحة بحق، هى التى تتعايش مع نوع عائلها، وبهذا المعنى فالفيروس الذى يسبب البرد العادى أنجح بكثير من فيروس الجدرى، فهذا الفيروس الذى يسبب الزكام والمعروف بجرثومة البرد العادى، يعيش فى

أنوف الجميع، حيث يتخفى تجنبا للتعرف عليه كدخيل خطر، وتسمح جيناته له بأن يغير طرازه من وقت لآخر كلما ظهر له جسم مضاد يتعامل معه مما يعطيه علاقة مميزة حميمة معنا، فمعظم ما نعرفه عنه أنه البرد المعتاد .

وينبغي أن نبدأ احتفالا، ولذلك فلنستعيد أولا قصة الجدرى، حيث كانت السيطرة قد تمت على العديد من الأمراض السابقة فى العالم الغربى، ولكن كان الجدرى أول مرض وبائى كبير يتم القضاء عليه كلية، فقد سبب الفيروس الخاص به بلاء رهيبا للإنسانية، كان محتملا أن يفنيها، وكذلك ترك الناجون منه فى ذعر من أجل حياتهم، ولعدة قرون قاسى الناس من أذى هذا الفيروس الذى كان يسببه الصديد الناتج من ضحية مصابة به إصابة خفيفة .

فكان يكفى لإحداث العدوى خدش هذا الصديد ببشرة شاب بالغ، هؤلاء الضحايا هم الذين كانوا يقومون بتطوير المرض (على أمل ألا تكون طبيعة الفيروس قاتلة) داخل أجسامهم، ولو بقى هؤلاء الضحاياعلى قيد الحياة - لاكتسبوا مناعة من ذلك المرض فيما بقى من حياتهم، وهناك حكاية قديمة مؤداها أن بائعات اللبن كن قادرات على مقاومة هذا المرض. وتوجد أشعار خاصة بالمرضات تتحدث عن بائعات اللبن ذوات البشرة الجميلة، حيث نما الاعتقاد بأنهن اجتذبن هذا المرض من الماشية التى فى حوزتهن مما منحهن هذه المناعة للجدرى القاتل. وقد رددت الأساطير الشعبية هذا الرأى، وتعمد البعض عدوى أنفسهم بالجدرى لاكتساب المناعة من الموت فى المراحل المميتة من هذا المرض، وكان إدوارد جينير، الطبيب الريفى والعالم الطبيعى، هو الشخص الذى أثبت هذه العلاقة وأصبح أول من وضع الأساس فى وسائل قهر المرض المعدى .

ولد جينير فى بيركلى التابعة لمقاطعة جلوسستر شاير الإنجليزية، كابن ثامن لفيردند ستيفن جينير، ولكنه تيتم فى طفولته، وعندما بلغ الثالثة عشر من عمره ترك المدرسة ليعمل لدى جراح يدعى دانيال لودلو. عرض إدوارد الصغير نفسه للعدوى بالجدرى، فقد تعمد إصابة نفسه بحالة خفيفة من الجدرى، بعد عدة أسابيع من الإعداد، وذلك بتناول غذاء حمية وفصد دمه بصورة متكررة. وبعد حقنه لنفسه بصديد الجدرى وظهور أعراض المرض عليه، عزل فى «مخيم الجدرى»، وفى عام ١٧٦٨ انتشر وباء الجدرى بين بائعات اللبن، وبمضى الوقت لاحظ جينير أنه توجد من بين هاته البائعات من لم تصب بهذا الوباء رغم انتشاره المتعاقب. كان الإلهام الذى أحدثته

بعثات الكابتن كوك في عام ١٧٧١ في البحار الجنوبية هو المصدر الوحيد الأكبر للعمل العلمي الذى قام به جينير، فبعد عودة عالم النبات الكبير جوزيف بانكس إلى إنجلترا من تلك الرحلات في ١٧٧١، اتصل بجون هنتر (١٧٢٨-٩٥) الجراح والمجرب والمعلم ليسأله النصح في شأن اختيار مساعد له، وكان هنتر قد اتخذ جينير مساعدا له، فرشحه للعمل مع بانكس في تصنيف وتقسيم مجموعات بانكس الكثيفة من النباتات الأسترالية الجديدة التي جمعها في رحلاته. وأدى جينير ذلك العمل بإتقان هيأ له التعيين في وظيفة خبير «في تقسيم النبات» في مرحلة تالية على متن السفينة «ريزوليوشان»، لكنه رفض العرض، فقد كان يعشق حياة الرجل المهذب في الريف الإنجليزي، ولم يكن يرغب في الترحال حول العالم، وكان مغرما بالحياة في الريف، يقضي وقتا طويلا خلال طفولته يجمع البقايا والأعشاش التي تبنيها الفئران الحقلية. وحافظ هنتر على مواصلة المراسلة مع جينير، في شئون التاريخ الطبيعي، فكان يسأله «هل تخلو قلعة بيركلي من الخفافيش» ؟ » إذا كانت لديكم خفافيش فسوف أضع لك تصميم سلسلة من التجارب تختص بحرارتهم على اختلاف المواسم وفي خطاب آخر سأله «هل حصلت علي العظام الخاصة بسمكة البورباس الكبيرة؟ إذا حدث وشاهدت بيض السالمون، فأتعشم أن تحصل على بعضه»، وأمام إصرار هنتر، أجرى جينير تجارب على البيات الشتوى لحيوانات القنفذ. وحين طار إخوان مونتجو لينيه ببالونهم في ليون عام ١٧٨٣، وتبعتهم محاولة شارل المماثلة لها في الجرأة ، صنع جينير بالونا من الحرير وبعد طلائه بالزيت ملأه بالهيدروجين وأطلقه في رحلة ناجحة في العام التالي .

تم تقديم إدوارد جينير إلى الجمعية الملكية، ولكن ليس لعمله في التطعيم ضد الجدري، فقد درس حياة الطيور، وفي ١٣ مارس ١٧٨٨ أعلن أنه لاحظ طائرا صغير السن من نوع «كوكو» يخرج بيض الأفراخ من عش عائلها. وتعمق في وصف الفجوة التي في ظهر ذلك الطائر الصغير السن والتي تمكنه من حمل بيض الأم إلى خارج العش، واستمر في شرحه، فأوضح أن ذلك الطائر الصغير السن يحتاج إلى ١٥ أسبوعا ليصبح قادرا على الاعتماد على نفسه، بينما كانت الطيور البالغة من هذا النوع تقيم في بريطانيا لفترة ١١ أسبوعا. وبالتأكيد فسر جينير السبب في أن هذا الطائر اختار حياة التطفل في تلك السن الصغيرة، فقد كان ذلك ضروريا لاستمراره في البقاء حيا. وأمام تأثر الجمعيةالملكية بمنطقه واجتهاده، انتخب عضوا بها في فبراير ١٧٨٩.

وسجل كمتخصص فى علم الأمراض ملاحظاته المفعمة بالحيوية ، فوصف الشرايين التاجية بأسلوبه التلقائى الباسل : «حينما كنا نجرى قطاعا فى القلب ، إذ يصطدم المشرط بشىء بالغ الصلابة والثبات لدرجة أننى أتذكر جيدا أننى نظرت إلى السقف متخيلا أن بعض الجص قد وقع منه، ولكن مع المزيد من الصلابة ظهر السبب الحقيقى، فقد تحولت الشرايين التاجية إلى قنوات عظمية». طوال الوقت كان جينير واعيا بالتناقضات القائمة حول التطعيم كوسيلة لمواجهة المضاعفات الأسوأ للجدرى. ونتيجة لجهوده، أصدر كونستانتين جياكومو بيلارين تعليمات فى ١٧١٠ بتطعيم الصغار بفيروس مأخوذ من حالات الإصابة الخفيفة بالجدرى. وفى ١٧٤٦ أنشأ القس إسحق مادوكس من وورشستر مؤسسات للتطعيم وكان يبشر بفائدتها على نطاق واسع، ولقى تأييد الكثير من الأطباء المعروفين ومنهم ريتشار ميد فى ١٧٥٠ وروبرت ودانيال ساتون (١٦٧٠-١٧٦٧)، وتوماس ديسديل (١٧٦٧)، وتيودور ترويكين (١٧٧٠). ثم قام العالم الطبيعى جان إيتجن - هويس (١٧٣٠-٩٩) بتقديم هذا المفهوم الجديد فى النمسا - فى وجه معارضة عنيفة. وكان هذا المدخل البديل يشغل فكر جينير أكثر من التطعيم بفيروس ضعيف للجدرى: فقد عرف أن ضحايا هذا المرض يبدون كأنهم فى مناعة دائمة من تكرار الإصابة بالجدرى، فقام بتطعيم بائعات اللبن المتطوعات بصديد من حالات مصابة بالجدرى، مستخدما فى بادئ الأمر طعوما من حالات خفيفة ومتنقلا بعد ذلك إلى عينات من مرضى ماتوا بتأثير أكثر الإصابات شدة، وكانت النتائج صحيحة تماما فى كل الحالات بالنسبة إلى ثبوت الأثر الوقائى لهذا التطعيم .

اختمرت فكرة التحصين فى ذهن جينير ، إذ لو كانت الإصابة بالجدرى تحدث نتيجة العدوى بالصديد المأخوذ من ضحية هذا المرض، فقد يكون التحصين هو حقن السليم بجرعة من ذلك الصديد. وكانت هذه الفكرة مطروحة قبل ذلك فى الشرق الأوسط، وحتى فى بريطانيا لم يكن جينير هو أول من يجرى التطعيم. فكان أول إجراء له بواسطة فلاح من دورست يدعى بنيامين جيستى (١٧٣٧-١٨١٦) حيث قام بتطعيم ولديه وامرأته ضد الجدرى مبكرا فى عام ١٧٧٤، مما أكسبهم المناعة ضد هذا المرض منذ ذلك التاريخ طوال حياتهم. ولم تخرج نتائج إدوارد جينير إلى الوجود حتى ١٤ مايو ١٧٩٦، وكان ذلك فى اليوم الذى قام فيه بتطعيم صبى صغير يدعى جيمس فيليبس بصديد من جدرى شديد الوطأة على يد بائعة لبن تدعى سارة نيلمس، فعانى جيمس من حمى خفيفة لأيام قليلة، ولكنه سرعان ما تعافى . وإلى هذا المدى لا تعدو

تجارب جينير تحسنا بالمقارنة إلى التطعيم الرائد الذى أجراه جيستى منذ ٢٢ عاما سبقت . وبعد شهرين من تطعيم الصبى، أخذ جينير بعض الصديد من مريض مشرف على الموت بتأثير الجدرى وخدش به ذراع جيمس فيليبس المتطوع الشجاع، الذى ظل بصحة جيدة تماما. وكما كتب جينير «تم تطعيم الصبى منذ ذلك الوقت ضد الجدرى الذى خاطرت بتوقع ألا يكون له تأثير على ذلك الصبى ، والآن سأقوم بمتابعة تجاربى بحماس مضاعف»، ومضى فى نشر كتابه بعنوان «التساؤل عن أسباب وتأثير لقاحات المرض المعروف باسم الجدرى» فى عام ١٧٩٨، وكان هذا العنوان أفضل بائع لهذا الكتاب الذى نفذت نسخه فورا ، وقد قدمت منه نسخة خاصة إلى الملك جورج الثالث، مغلفة بغلاف من المخمل القرمزى .

وعلى الرغم من أن التطعيم أصبح نمطا اجتماعيا، فقد جذب عددا من النقاد الذين ينتقصون من حجم النجاح ، وأكثرهم شهرة جيلارى ، المتخصص فى عمل الرسوم المتحركة، فقد رسم ضحايا التطعيم على شكل مخلوقات نصفها إنسان ونصفها الثانى بقرة، ولسنا بحاجة إلى أن ننظر بعيدا ، إذ نرى اليوم ردود فعل مماثلة ضد المستحدثات العلمية العصرية .

صدر كتاب جينير التالى عام ١٨٠١ بعنوان «أصل التطعيم باللقاح» الذى تنبأ فيه بأن التطعيم سوف يكون السبب فى القضاء على مرض الجدرى، حيث كتب «آن الأوان ليصبح الإقرار، الذى لا شك فى صحته، واضحا تمام الوضوح بأن محق الجدرى أكثر الكوارث ترويعا لحياة الجنس الإنسانى، لابد وأن يكون النتيجة النهائية لهذه الممارسة»، وكان هذا تنبؤا شجاعا، حيث كان يموت ما بين ٢٠٠٠٠٠ و ٦٠٠٠٠٠ من الناس نتيجة لهذا الوباء فى أوربا فى كل سنة مشفوعا بوفيات فى سن الطفولة من جراء الجدرى . وكما قضى هذا المرض على أفراد عائلة ستيوارت ، فقد أنهى حضارة الأزتيك والثقافة العظيمة للإنديكاس بعدما أدخله المستكشفون إلى أمريكا . وفى عام ١٧٧٩ أغرق أسطول الأرمادا الفرنسى - الأسبانى وفى عام ١٨٧٠ حدد نتيجة الحرب الفرنسية - البروسية .

وكانت هناك أوبئة كبرى لا تزال فى الذاكرة الحية، حيث كانت بصيرة منظمة الصحة العالمية ثاقبة فى التخطيط النهائى لتخليص العالم من المرض . ففى اجتماع تاريخى فى ٨ مايو ١٩٨٠ وافق أعضاء مجلس الصحة العالمى المكون من ٢٣ عضوا

على قرار بإعلان القضاء النهائى على الجدرى . وكانت هذه هى العدوى الأولى والوحيدة التى يتم إنهاؤها، والسبب فى ذلك أن هذا ليس له عائل حيوانى، كما تم أيضا القضاء على مرض قريب الصلة به وهو الجدرى الذى كان يفتك بالخيل . وفى عالمنا اليوم، لا يوجد فيروس الجدرى إلا فى الصورة المجفدة فى معامل تحت حراسة مشددة فى كل من روسيا وأمريكا. فقد توقف عهد إرهاب ذلك الوباء الذى يعتقد أنه انقرض إلى الأبد .

ولكن أين فيروس الجدرى الآن؟ ومن وجهة النظر الرسمية، فالإجابة هى أنه بعد اختفاء المرض حازت ثلاث دول مجموعات من الفيروس، هى روسيا والولايات المتحدة وجنوب أفريقيا، وقد استحثت جنوب أفريقيا لتسليم ما لديها من الفيروس فى ١٩٨٣ تاركة القوتين الأعظم تحوزان الفيروس فى معامل ذات مستوى مرتفع من الحراسة، وتم الاتفاق على أن يكون يوم ٣٠ يونيو ١٩٩٩ التاريخ النهائى الذى تدمر فيه كل من الولايات المتحدة وروسيا كل مخزونهما من الفيروس .

وفى الحقيقة أن ذلك قد لا يكون بهذه البساطة، فهناك فرصة خارجية لأن يبقى الفيروس القابل للحياة فى بعض الأجسام الميتة لآخر الضحايا ، وإذا كان الأمر كذلك، فيمكن أن يخرج إلى النور ويبعث الفيروس حيا فى وقت ما فى المستقبل . وحتي يمكن أن تكون دول أخري قد حفظت كميات منه لأغراض حربية. ومنذ انفتاح الاتحاد السوفييتى السابق، كانت تقارير العلماءالكبار تفيد بأن روسيا كدست أعدادا كبيرة من الصواريخ المحملة بفيروس الجدرى. وثبت من التحريات أن استعمال فيروس الجدرى كسلاح حربى كان مخططا فى كثير من الدول خلال الستينيات من القرن العشرين، ولكن توقف ذلك فى عام ١٩٧٢، حينما تم توقيع المعاهدة الدولية بتجريم استخدام الأسلحة البيولوجية وكل البحوث المستقبلية فى الجراثيم الممكن استخدامها حربيا ، بغض النظر عن الأسباب الدفاعية .

وتدعى تقارير الرسميين السابقين فى الاتحاد السوفييتى أن ذلك الحظر قد أدى إلى إعادة مضاعفة الإنتاج السرى للفيروس. كما ادعى أن روسيا قد أنتجت أسلحة قادرة على حمل فيروس الجدرى إلى عديد من الأمم حول العالم، كما وزعت خلال الحرب الباردة إمدادات من الفيروس علي الدول الشيوعية بما فى ذلك كوريا الشمالية والصين، وقيل أن الدول الأخرى مثل إسرائيل والهند قد أنتجت كميات من هذا الفيروس، سواء بسواء مع أجزاء من شمال أفريقيا والشرق الأوسط . وكذلك زعمت

ليبيا وسوريا والعراق وإيران امتلاك مخزون من ذلك الفيروس . والأدلة واهية على هذه الادعاءات، وكما يمكن أن تتوقع، فهذه مجرد شائعات .

وفى نفس الوقت، تكشف الحقائق أن كميات ضخمة من الصادرات المسموح بها إلى العراق كانت بيئة نمو لبكتريا ممرضة، ولذا، فإنه يصعب تخيل كيف يمكن استخدام هذه الكميات فى معامل المستشفيات. وتعتبر تنمية البكتريا والفيروس بهذا الأسلوب بهذه الطريقة أحد الأجزاء الهامة من الممارسات الطبية . وهذه هى الكيفية التى نتعرف بها على نوع البكتريا ونحدد المضاد الحيوى الأفضل لعلاج المريض، ومن ناحية أخرى فهى أيضا الطريقة التى يمكن بها أن تنمي كميات ضخمة من البكتريا المميتة لاستعمالها كوسائل ممكنة فى الحرب. ولكن الحقائق هى أن كميات ضخمة من بيئة النمو قد تم تصديرها وأنه من الصعب جدا تخيل كيفية الاقتصار فى استخدام هذه البيئات على معامل المستشفيات فقط .

من السهل جدا إنتاج البكتريا والفيروس، حيث تكون الأنواع الممرضة عملاء أقوياء للمرض، على غير المألوف، وستبقى المخاوف من الأسلحة البيولوجية قائمة، كما سيستغرق الأمر أكثر من زيارة مفاجئة لتصبح متأكدا تماما أن أمة ذات نية عدوانية لا تقوم بهذا النوع من البحث فى ظروف سرية. فيمكنك أن تربى فيروس الجدرى فى مرآب بدون أجهزة معقدة، وحرب الجراثيم سيئة بما فيه الكفاية ، فإذا أصبحت جيناتها موجهة لذلك ، فسوف نواجه مشاكلَ لا يمكن تخيلها .

تعلمنا الكثير عن الفيروس خلال المعركة ضد أوبئة الجدرى الطبيعى، وحتى الآن تبقى ألغاز لم تحل، فحقيقة أن جينات فيروس جدرى البقر استطاعت اكتساب المناعة ضد الجدرى كانت مصادفة سعيدة، فكما عرف جينير، كان البقر يصاب بأمراض عديدة مشابهة سماها جدرى البقر الكاذب. ونعلم الآن أن بعضًا من هذه تسبب عن فيروسات شبيهة لفيروسات الجدرى بينما مرض الأبقار المشابه له ظاهريا ينجم عن الفيروس المسبب لمرض القوباء المنطقية (الهربس)، ويوجد جدرى البقر فى أنواع أخرى فتصاب به الأبقار، والقطط، والإنسان، والقوارض البرية. ومن الطريف أن الفيروس الذى كان مستعملا بكثرة فى التطعيم لا يحتوى نفس الجينات بالضبط مثل تلك التى يحتوى فيروس جدرى البقر. وفى عام ١٩٣٩، ظهر أنه فيروس مختلف، ولا يعلم أحد من أين نشأ ، فتفترض إحدى النظريات أنه صنف من جدرى الخيل ، وحتى لو صح

هذا فإن فيروس الجدرى متميز ولا يزال لقاحه يستخدم فى البحث الطبى، وقد استخدمت نسخة معدلة من الفيروس تحتوى على جينات مهندسة وراثيا للحماية من العدوى ببعض الأنواع الأخرى ، أظهرت التأثير الواعد كلقاح ضد مرض الكلب، كما ستعمل لوقف انتشار هذا المرض الرهيب فى تجمعات الثعالب الأوربية . وبفضل عديد من العلماء أمكن استغلال الهندسة الوراثية لجعل فيروسات جدرى الطيور (مثل جدرى الكناريا) صالحة لإنتاج اللقاحات، ولكنها بخلاف لقاحات الجدرى لا يمكنها التضاعف فى الأجسام الآدمية .

ما هى الأمراض الأخرى التى يمكننا القضاءعليها؟ كانت هناك آمال فى القضاءعلى دودة غينيا وما تسببه من مرض ومحاربةالبكتريا المسببة للقرح المعدية وأورام المرىء المرتبطة بسرطان المعدة، وبدلا من تنشيط الفكرة بأنه يمكننا السيطرة على عديد من الحالات بالقضاء على بكتريا شائعة، تقوم شركات الصناعات الدوائية بجهود نشطة فى اختراع عقاقير لوقف هذه الأمراض عن طريق اختبار تأثيراتها الكيماوية/العلاجيةعلى أمراض السرطان وفى تطوير أقراص مضادة للحموضة لعلاج قرحة المعدة (وكلها منتجات مرتفعة الربحية). مع أن لدينا من قبل بعض الاختبارات البسيطة لتحديد ما إذا كان الشخص مصابا بالبكتريا. وهناك أيضا خليط من المضادات الحيوية التى تزيل البكتريا المسببة للقرحة المعدية فى معظم المرضى . وإذا استطعنا القضاء على البكتريا فى المجتمع الإنسانى، لأمكننا تحقيق إنجازات هائلة فى السيطرة على ثلاثة أمراض كبرى. فهذا الكائن موجود فقط فى الآدميين ويمكن لحملة تستهدف تطوير لقاح مناسب ضده ، أن تسهم فى التغلب على بعض الأمراض الهامة ذات الانتشار الكبير، مثل شلل الأطفال الذى يمثل كيف يمكننا النجاح، ما توفر لنا الوقت والطاقة الكافيين. وهذا المرض الذى يسبب الشلل بسبيله إلي الاختفاء والندرة عبر النصف الشمالى من الكرة الأرضية، وبالرغم من معاناة الناس لآثاره المقعدة فهو شاهد حى على تلك الأيام التى كان فيها منتشرا بكثرة. ويمكن كذلك أن تتم السيطرةعلى أمراض الطفولة الأخرى ومنها التهاب الغدة النكفية والحصبة. وبمضى الوقت يمكن السيطرة على معظم هذه الأمراض والقضاء فعلا على بعضها، تماما مثلما حدث مع الجدرى، فبالتأكيد قضينا غالبا على وباء خطير ، هو الطفح البثرى فى الخنازير، الذى تم توثيقه لأول مرة عام ١٩٣٢، وسجل على أنه مرض مشابه لحمى الخنازير القلاعية فى كاليفورنيا ، حيث تم ذبح كل الحيوانات المصابة به وفرض الحجر

الصحى حول المزارع غير المصابة، فتم احتواء ذلك الوباء خلال أشهر ولكنه عاود الانتشار فى عام ١٩٣٢، وأظهرت نتائج البحوث أنه على الرغم من أنه قريب الشبه من مرض الحمى القلاعية إلا أنه مرض جديد ، فسمى الطفح البثرى للخنازير (ط ب خ) وتم وضع اللوائح المنظمة للتعامل مع هذا المرض لإجبار كل من يربى خنازير علي غلى المخلفات التي تعلف بها هذه الحيوانات، ولكن صعب علي الشرطة تنفيذ هذه التعليمات وطوال ٢٠ سنة، حيث استمر انتشار الوباء الذى قضى على خمس مقدار الخنازير فى جنوب كاليفورنيا، ويقدر عدد النافق بأكثر من ٥ر٢ مليون حيوان .

وبحلول عام ١٩٥٠ أصبح المرض نادرا، ولكن فى عام ١٩٥١، حينما غادر سان فرنسيسكو قطار محمل بفضلات لطعام خنازير غير مطهو وتم تفريغها فى مزرعة خنازير فى ويومنج وبادر المزارع إلى بيع تلك الخنازير بمجرد ظهور أعراض مرضية عليها إلى المزارع فى كل أمريكا فانتشر الوباء فى الفترة بين ١٩٥٢ إلى ١٩٥٦ فى ٤٠ من ٤٨ ولاية. وعلى أثر ذلك شددت القوانين والعقوبات، كما زيدت الإجراءات التى تقوم بها الشرطة، وفى عديد من الولايات تم تجريم استخدام القمامة كعلف للخنازير. وكانت الحالة الأخيرة فى نيوجيرسى عام ١٩٥٦. ومنذ ذلك الوقت، وإلى اليوم لم يظهر هذا المرض مرة أخرى، ولم يهرب من أمريكا أبدا. ويعتقد الآن أن هذا المرض شاذ، إذ ينفرد بأنه صارم التأثير وواضح المخاطر. ولكننا نجابه فجأة أمراضا جديدة، يأتى بعضها على أثر اكتشافات هامة، والبعض الآخر مثل فقد المناعة المكتسب (الإيدز) والمرض ذى القدرة الجائحة العنيفة الانتشار المسمى (BSE)، فهى مشاكل كبرى يمكنها أن تعلمنا دروسا هامة للمستقبل. والآن حان الوقت لتحديد ماهية هذه المشاكل وماذا تعقب، لأن المعرفة التفصيلية بهذه الأمراض الجديدة يصعب أن تتأتى، فبعضها ظروف يمكن ألا تسمع بها أبدا، فهناك أميبا دقيقة تهاجم العدسات الملتصقة، وقد أحدثت دمارا خطيرا بأبصار العديد من الناس. وهذا الكائن يستطيع فقط الحياة حيث الظروف الصحية المتدنية، ولذلك فمن المهم لمستخدمى هذه العدسات أن يعقموا عدساتهم بانتظام، فمن غير الطبيعي سحب طبقة من سائل على سطح عضو مثل العين، قادرة على تنظيف نفسها ، ومخلوقة على أن تتحمل الجو، وهنا نواجه بأول مبدأ هام، وهو أننا نتبنى وسيلة غير طبيعية لحل مشاكلنا، فلا بد أولا أن نتعلم دروسا من الطبيعة ، فكثير من الأمراض الجديدة تنتشر بسبب عمليات جديدة نقوم بها بدون تفكير فى عواقبها. فعلى سبيل المثال تشجع خزانات الطعام المبرد فى الثلاجات نمو

بعض الميكروبات، ويسمح فرم اللحم للبكتريا (التى كانت تقتل تقليديا بالطهى) ، بأن تعيش فى أعماق الهامبورجر، كما أدت الطرق الحديثة لتغذية الدواجن إلى انتشار ميكروب السالمونيلا، ويفترض الرأى الحالى أن مرض (BSE)، قد انتشر من الطريقة التى تعلف بها الحيوانات. وأكثر الحقائق إثارة للدهشة أن التسمم الغذائى يتزايد وكان يتناقص منذ عدة أحقاب، ولكن فى السنوات الأخيرة ارتفع عدد الحالات المسجلة مرة ثانية، فى حين أن عدد الحالات التي لم ترد فى التقارير لا بد وأن تجعل العدد الكلى أكبر بكثير. هل بلغت عن آخر مرة تناولت فيها طعاما ملوثا بميكروبات الإسهال؟ إنك لم تفعل ولا أنا. ويمكن للطعام أن يكون وسيلة لنشر عدد كبير من الأمراض، لأنه من ناحية يقدم دافئا فى أغلب الأحوال (وهذه هى درجة الحرارة المثلى لمعظم البكتريا)، وكذلك لأنه غنى بالمواد المغذية، فإذا كانت هذه وجبة شهية لك، فإنها كذلك بالنسبة للميكروبات المسببة لتسمم الغذاء. ويمكن ألا تكون قد سمعت عن الميكروبات العصوية كسبب فى تسمم الغذاء، ولكن هذا الجنس يضم أنواعا عديدة تجعل الناس مرضي، وتعيش الميكروبات العصوية فى التربة والتراب أو فى الكساء النباتى، وحينما يسمح لها بالتكاثر فى الطعام، فيمكنها أن تتزايد فى الأعداد وتمرض المستهلك لهذا الطعام، وتعتبر البكتريا العصوية الممرضة أشهر هذه الكائنات، حيث أنها تسبب الإسهال والمغص ، كما يتسبب جنس آخر من هذه البكتريا فى حالات مرضية أخرى مثل الميل للقيئ والإسهال (ولكن بدون ألم كبير)، ويسبب جنس ثالث، الإسهال والمغص (بدون ميل للقيىء). وقد عرفت هذه البكتريا منذ أكثر من قرن، وليس هناك جديد عن سلوكها، فما الذى يحولها إلى خطر جديد غير الطريقة التى نعد بها الطعام فى هذه الأيام؟ ذلك أن كل هذه الأنواع تكون جراثيم قادرة على تحمل الجفاف والحرارة ، وتفقس هذه الجراثيم عندما تصبح الظروف ملائمة. وتكمن المشكلة التى تشجع حدوث هذا النوع من التسمم الغذائى، حينما نتعرض له، فى أن يكون الطعام الحديث الطهى لا يزال ملوثا بالجراثيم ، بدون تبريد كاف، فإذا تم أكل الأطعمة حديثة الطهى بعد طهيها مباشرة، فلن تحدث مشكلة ، وإذا خزن فى الثلاجة بعد تبريده، فالخطر قليل أيضا. ولكن حينما لا يكون الطعام قد برد لدرجة الحرارة اللازمة ، فإنه يستغرق ساعات ليدفأ، وفى هذه الأثناء تنمو البكتريا بسرعة، وهنا تحدث المشاكل ، فلكل نوع من أنواع تلك البكتريا أصنافه المفضلة. فمثلا، تنمو البكتريا العصوية من نوع (سيريوس) فى أطباق الأرز ، وأحيانا خلال المكرونة أو الفطائر الحلوة، وتلك التى من

نوعين آخرين (سـاتليس وليكينيفـورميس) تفضـلان أطبـاق الفطائر المصنوعة باللحم متضمنة لحم الوجبات الشعبية والطعام البحرى. ومن قبل، كانت الأطعمة التقليدية تعد وتؤكل فور إعدادها، ولكن بعد أن فصل المجتمع الحديث بين إنتاج الغذاء واستهلاكه، يتيح ذلك للبكتريا وقتا لكى تنمو فى أماكن كانت غائبة عنها .

توجد مـيكروبات السالمونيـلا أحيـانا فى الأطعمـة الحديثة، وقد سـمـيت هذه الميكروبات باسم مكتشفها «دانييل سالمون » (١٨٥٠-١٩١٤)، وهو عـالم شـهيـر من علمـاء الأمـراض البـيطرية . ويمكن أن تسـبب كل أنواع هذه البكتـريا الإصـابة بالفيروسات «الملتهمة» . ويمكننا التعرف على السلالات المختلفة من هذه البكتريا عن طريق ملاحظة نوع «الفيروس الملتهم» الذى يهاجم تلك الأغذية .

تنتج السالمونيلا مرضا يسبب ارتفاعا فى الحرارة مع إسهال وقىء، وتوجد هذه البكتريا فى الحيوانات، وبالذات فى الدواجن وبعض الحيوانات المنزلية، وكذلك سلاحف المياه العذبة. ويؤدى الطهى الجيد دائما إلى قتل ميكروب السالمونيلا (لأنها لا تستطيع إنتاج جراثيم مقاومة للحرارة ، بخلاف البكتريا العصوية، ولكن الطعام غير المكتمل الطهى يمكنه العمل على تحضين نموات كبيـرة قبل أن يؤكل الطعام. ويتلوث البيض أحيانا بهذا الميكروب الذى تقتله حرارة الطهى المرتفعة حتى يتجمد الصفار. وتصاب الدواجن غـالبا -التى نـأكل الكثيـر منهـا- بالسـالمونيـلا . بلغت كمـية الدواجن التى استهلكت فى بريطانيـا أكثـر من مليون طن فى السنة بواقع ١٣ طائرا لكل شـخص، ومع ذلك، توجد تعمية إعلامية بشأن تلوث هذه الدواجن بهذا الميكروب، فعادة ما نتلقى معلومات قليلة عما يمكن عمله لتلافى تلوث الدواجن بميكروب السالمونيلا، وإذا كانت السلطات ستقرر السيطرة على هذا الميكروب المرض، فهناك الكثير من الطرق للتعامل مع هذه المشكلة، فقد عـانت دواجن السويد من عدم تحـملها لهذا الميكروب، وعندما أجريت اختبارات محكمة لتعقب هذا الميكروب، كانت نتيجتها أن تحرر الدجاج من ميكروب السالمونيلا فى السويد، وفى استطاعة كل امرئ أن يفعل هذا .

عرفت السالمونيلا منذ قرن تقريبا، ولكن ظهر تهديد جديد مصدره الدجاج، وهو على شكل بكتريا تسمى «كامبلوباكتـر»، لم يكن يسمع عنها منذ جيل ، وكان قد اكتشف فى ١٩٧٤. والآن ينتشر فى كل مكان، ودلت نتائج الحصر الذى قام به أحد المتخصصين فى علم الكائنات الدقيقة فى جامعة إبردين على أن جميع الدجاج بعد

تمريره خلال وحدة إعداد الذبائح خرج مصابا بالميكروب، بالرغم من أنه لم يكن كل الدجاج مصابا به حين وصوله إلى الوحدة، ولكن فى الوقت الذى خرجت فيه كانت الإصابة بهذا الميكروب قد تمت. وكانت العدوى بهذا الميكروب نادرة فى الثمانينيات من القرن العشرين، وباقتراب القرن العشرين من نهايته، قدر عدد حالات التسمم الغذائى بنصف مليون حالة سنويا سببتها جرثومة هذا الميكروب فى بريطانيا. ومن الطريف أن ميكروب الكاميلوباكتر لا يتكاثر فى الغذاء، ولكن فى الدجاجة الحية فقط. فقد أرجعت معظم أسباب انتشاره إلى الماء الملوث أو اللبن المعامل معاملة غير كافية لقتل الميكروبات فيه. والعرض الرئيسى لهذا المرض هو التهاب الجهاز الهضمى المصحوب بإسهال وقىء وتشنجات عنيفة وجفاف. ويتطور المرض إلى التهاب المفاصل فى شخص من كل ١٥ شخصا. وفى قليل من الحالات كانت مجموعة الأعراض المتزامنة لمرض جيليان -بارى (الشلل الزاحف) ، وهو نوع من أمراض فقد المناعة. ويمكن أن ينجم عنه حاجة المصاب به إلى جهاز يساعده على الحفاظ على حياته إذا صعب عليه التنفس . وفى معظم الحالات يشفى المريض من هذا المرض خلال أسابيع قليلة ، ولكن هذا المريض يتعرض لحالة رهيبة أثناء مرضه .

ومن الصعب تقرير المدى الذى تذهب إليه هذه المشكلة، فالأغلبية العظمى من حالات التسمم الغذائى لم تسجل قط بالطبع، وتهون الصناعة دائما من مدى التلوث. وقد أنكر الرسميون الذين تعاملوا مع تقرير جامعة أردين أن تكون ١٠٠٪ من الدواجن المذبوحة ملوثة بالميكروب - وأفادوا بأنها ربما تراوحت جملة نسبة تلوثها بين ٤٠ و ٩٠٪. وكذلك أظهرت نتائج فحص ١٠٠٠٠ دجاجة طازجة الذبح اشتريت من مخازن عبر الولايات المتحدة أن ٦٣٪ منها كانت ملوثة بميكروب الكاميلوباكتر، وأن ١٦٪ كانت أصيبت بالسالمونيلا، وأثبتت أن ٨٪ منها مصابة بالمرضين معا، بينما لم تتخذ الصفات المظهرية للجودة دليلا على الخلو من الأمراض، وفى الحقيقة أن الانتخاب للصفات المتميزة بما فيها الخلو من الأمراض، غالبا ما كان سيفشل، لأن الطيور كانت ستلتقط العدوى .

وللتحكم فى البكتريا، فالطريقة الأفضل لمعظمنا هى افتراض أن كل دجاجة نتعامل معها على وجه الإطلاق، ملوثة بالميكروب تلوثا خطيرا، ومطلوب قتل كل الجراثيم بالطبخ الجيد لمدة كافية. وبالطبع، قد تكون يداك قد تلوثتا من تداول الطائر قبل طهيه، ولذلك فإن اتباع مبادئ الصحة الشخصية هام جدا، فهم ينصحونك بالتأكد من غسل

يديك قبل الطعام، ومن ناحيتي، فأنا حريص على تشجيع الناس على أن يغسلوا أيديهم بعد ذلك. وكنا دائما ننصح بأن نغسل أيدينا بعد الخروج من دورة المياه، ولكن (وبالذات للرجال) أعتقد أنه مهم كذلك أن تغسل يديك قبل أن تذهب إليها، فإن أعضاءك الحيوية مكنونة داخل سراويلك الداخلية، ولكنك لا تعلم ماذا لمست قبل ذلك .

وتستطيع دائما أن تخبر أخصائى الكائنات الدقيقة فى دورة مياه عامة، فهم يغسلون أيديهم غسلا جيدا قبل أن يفكوا ثيابهم ، ولكنهم نادرا ما يهتمون بغسيل أيديهم بعد ذلك .

وقد سمعنا عن بكتريا القولون، ومن المهم أن نتذكر أن الأسماء العلمية يجب أن تكتب بالطريقة الصحيحة، أى بالحروف المائلة، ويكتب الحرف الأول من الاسم الأول كبيرا، وهذا النوع من نظام الكتابة ليس مما يخيف عادة. وفى الحقيقة فإن هذه البكتريا تعيش فى أمعائنا بأعداد كبيرة، يتضمنها النظام البيئى كسكان عاديين، داخل الجسم الإنسانى .

وقد قام تيودور إيشيريش (١٨٥٧-١٩١١) أول من اكتشف هذه البكتريا بتسميتها «بكتريا القولون»، ولكن ما لبث اسم هذه البكتريا أن نسب إلى ذلك العالم تكريما له .

ومعظم سلالات هذه البكتريا تكون غير ضارة ، وكثير منها قد يكون لازما للأداء الصحى للقناة الهضمية. ويمكننا التمييز بين السلالات من خلال حساسيتها للفيروسات الملتهمة، وقليل من أنواع هذه الفيروسات الملتهمة ما يسبب مشاكل خطيرة، فجينات هذه السلالات من بكتريا القولون التى تعيش فى أمعائنا تكيف نفسها لتتواءم تماما مع دورها. ولكن بعض السلالات اكتسبت جينات من البكتريا الأخرى، يمكنها تكوين شفرات لإنتاج السموم (التوكسينات) من بكتريا معروفة باسم «شيجيلا» فى الولايات المتحدة الأمريكية فى بواكير الثمانينات من القرن العشرين، وبدأت الإصابة به تنتشر حول العالم، وبعد عشر سنوات من ذلك التاريخ ظهر أن نسبة قليلة من الماشية فى غرب الولايات المتحدة كانت حاملة لهذا الميكروب، والآن تحمله معظمها. ومما يثير العجب، أن هذا الميكروب لا يوجد فى البلاد الاستوائية (وحتى الأكثر غرابة) أنه لا يمرض الماشية، رغم أن بمقدوره قتل الآدميين، وهو ينتج سما يسبب المرض للجسم؛ من أعراضه ظهور دم فى البول والبراز وفشل عديد من الأعضاء الأساسية

(مثل الكلى)، وهذا المرض منتشر فى أطباق أطعمة مثل أصناف الهامبورجر، حيث تعمل عملية الفرم على نشر البكتريا من سطح اللحم إلى القطع ولا تكون حرارة الطهى كافية لقتل هذه البكتريا. وتتضمن النظم التقليدية لطهى اللحم تسويته بواسطة غليه على موقد. واليوم أصبح فرم الطعام طريقة عصرية - تحمل البكتريا التي على سطحه إلى أعماق ذلك المنتج الجاهز - فيزيد ذلك من خطر التلوث بميكروب القولون -١٥٧، فتعتبر أنواع الهامبورجر بيتا ممتازا للجراثيم، وبذلك يؤدى تعرض الموظفين لتناول كميات كبيرة من هذا اللحم الملوث إلى إتاحة كثير من الفرص للجراثيم للانتشار، وقد نتجت عن التلوث - حالة لصبى صغير فى الرابعة من عمره - عن ملاعبة عنزة فى حديقة الحيوان. وفى عالم اليوم، تعتبر أفضل نصيحة تقدم للمستهلكين هى فحص أى عينة من اللحم الذى يباع فى السوبر ماركت، كمصدر ممكن للعدوى، ومرة أخرى يحسن بنا تذكر أن غسل اليدين بعد التعامل مع الطعام له أهمية تماثل أهمية غسلهما قبل قيامك بالطهى .

وأما الكائن المنتمى إلى المجموعة السابقة والمسمى شيجيلا، نسبة إلى عالم الكائنات الدقيقة اليابانى كيوشى شيجا (١٨٧١-١٩٥٧)، وهذا الميكروب هو المسبب لمرض الدسنتريا، التي تعمل شفرة جيناتها على إنتاج سموم (توكسينات) تهاجم الأمعاء، وتكون النتيجة إسهال مدمم. وأكثر أنواع هذه الميكروب شيوعا هو «شيجيلا سوناى» التى يشيع وجوده فى بريطانيا وأمريكا ، حيث ينتج عنه نوع من الدسنتريا الخفيفة، ولكن الأنواع الأخرى ترد من بلاد أخرى، وفى هذه الحالات يمكن أن يكون المرض حادا، وأسوأ أنواع الدسنتريا على الإطلاق هى المتسببة عن ميكروب شيجيلا ديسنتريا، فهى تسبب نزول الدم فى البول، وتسمم فى الأمعاء ، وأحيانا يوجد هذا المرض فى مؤسسات رعاية الأطفال الصغار، حيث يسهم سوءالحالة الصحية فى انتشار الكائن من براز الضحية إلى فم آخر، وبهذه الطريقة يتزايد تفشى هذا المرض.

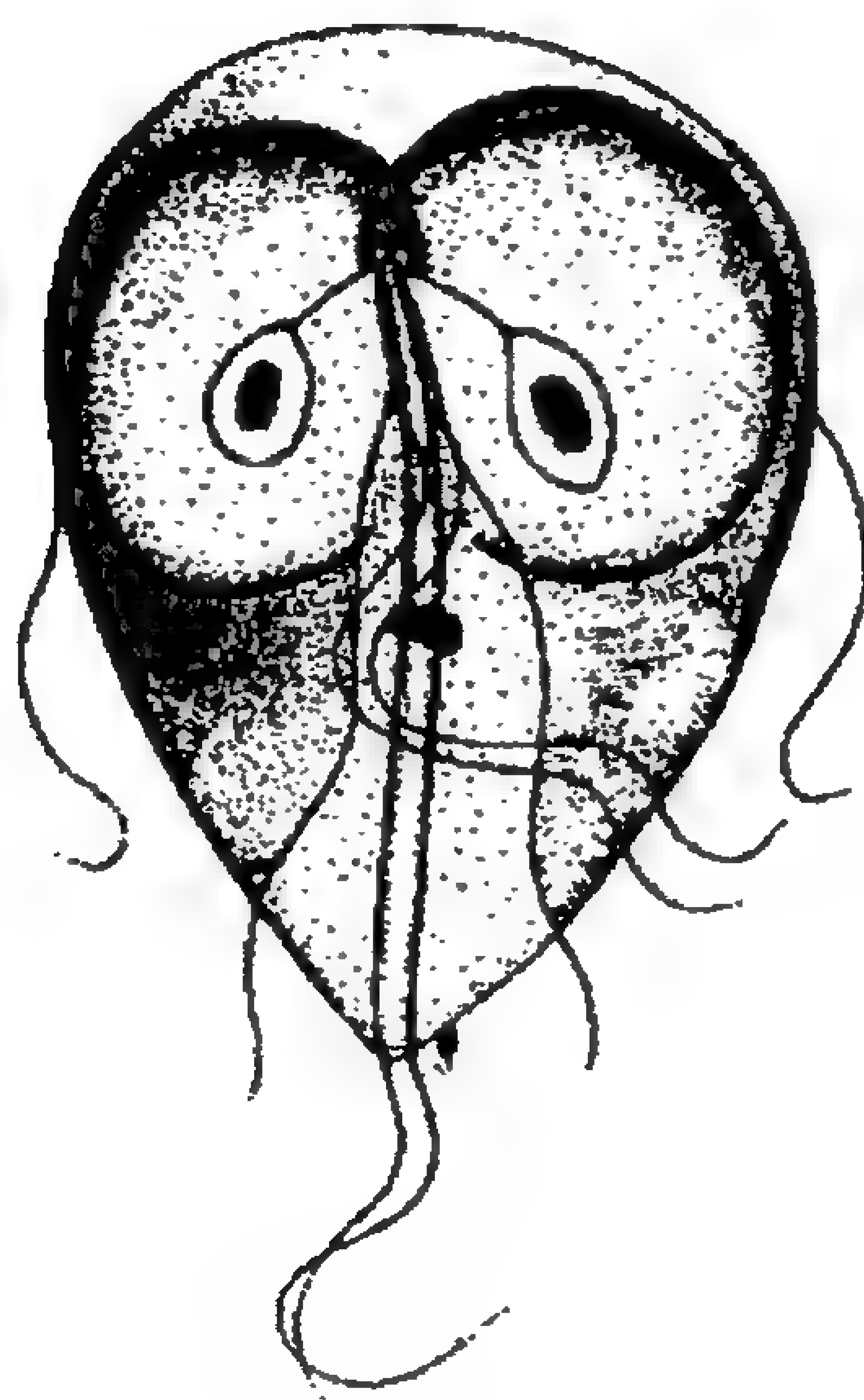
يحتوى جنس الميكروبات المعروف باسم «كلوستريديوم» طائفة من البكتريا الخطرة على صحة الإنسان، يعيش معظمها فى بيئة خالية من الأكسجين، ومعظم أنواع هذا الجنس كانت معروفة من قرن ، فميكروب التينيا مثلا يدخل ضمن هذه المجموعة ، ونوع آخر من هذا الجنس ينتج مركب «بوتيولين» أحد أكثر السموم (التوكسينات) المعروفة للعلم . وبالرغم من أنه يدخل فى هذه الفئة من الأمراض الجديدة، فقد وجد حديثا فى حالة غير متوقعة، حيث تحب الأمهات الأمريكيات أن تغمس مهدئا أو دمية فى وعاء من

العسل، وأحيانا ما يكون هذا الميكروب موجودا فى ذلك العسل، فتكون النتيجة إصابة الأطفال بتسمم خفيف، لكنه يستلزم جهدا لعلاجه. وأحيانا تتحول البكتريا القديمة إلي حالات جديدة عندما يتغير سلوك الإنسان بمرور السنين، فهناك إضافة جديدة إلى قائمة أنواع بكتريا جنس الكلوستريديوم، التى تسبب عدوى الأمعاء بالتهاب شديد وإنتاج سائل فى الجهاز الهضمى، وهذا النوع يوجد فى حوالى ثلاثة فى المائة من الناس الطبيعيين، وأكثر من عشرة فى المائة من مرضى المستشفيات. وفى العادة لا يسبب هذا الميكروب أية مشاكل، ولكن إذا عولج المريض بمضادات حيوية فيمكن أن يؤدى ذلك إلى خروج نمو البكتريا عن السيطرة ومعظم المضادات الحيوية قادرة على حفز الإصابة بهذا الميكروب، ويمكن أن تنتشر العدوى به من شخص لآخر بمجرد أن يرسخ الميكروب فى جسم عائله، وينتج هذا النوع من البكتريا سموما (توكسينات): أنتروتوكسين أ، وسايتوتوكسين ب) تهاجم خلايا الجسم وتسبب تأثيرات خطيرة على الأمعاء الغليظة .

تسبب كل هذه الكائنات تأثيرها الخاص المؤدى إلى التهاب القناة الهضمية، ولكن يوجد ميكروب جديد يهدد بحق الحياة، فهو ماكر غادر، ألا وهو ميكروب سمى «ليستريا» نسبةإلى جوزيف ليستر (١٨٧٢-١٩١٢)، الذى كان أول شخص ينمى هذا النوع من البكتريا فى بيئة نقية منذ عام ١٨٧٨. ويوجد هذا النوع فى البيئة، فى الماشية والأغنام والعلف المحفوظ بطريقة السيلاج، وفى التربة، كما ينتج لدى تطفله على الآدميين مرضا تشبه أعراضه أعراض الإنفلونزا، ويمكنه أن يحاكى أعراض الالتهاب السحائى، ويتطور إلى تعفن الدم. والأخطر من هذا كله، فى الحقيقة، هو أن الليستريا يمكنها إنتاج عدوى تخلف تأثيرها بدون أعراض، ويمكن أن يكون خطيرا بالذات، إذ أنه يمكن أن يسبب إجهاضا ذاتيا للجنين بعد الشهر الثالث، حتى عندما ينتج أعراضا قليلة على الحامل نفسها. كما وجد ذلك الميكروب فى عدد من الخضروات الطازجة غير المطهوة وفى الأطعمة المطهوة. وغالبا ما سجل فى التقارير أنه يوجد فى أنواع الجبن الطرى وفطائر اللحم، كما يمكنه أن ينمو ببطء حتى فى الثلاجات المنزلية. وهذا الميكروب غادر وقادر على أن يسبب تأثيرات خطيرة، ولذلك تنصح الحوامل بصفة منتظمة فى كل البلاد الناطقة بالإنجليزية بتجنب تلك الأطعمة المحتمل احتوائها على ذلك الميكروب .

بعض هذه الكائنات يمكنه أن ينتشر عرضا بواسطة الماء الملوث، فميكروبى الشيجيلا والكابيلوباكتر قد انتشرا بهذه الطريقة، وتنتشر بعض الأمراض الجديدة عن طريق الماء ، فيميكروب «جيارديا» وهو عبارة عن خلية صغيرة جميلة ، كمثرية ومحدبة

الشكل، وتشبه نوعا ما الورقة، وتعوم بواسطة ثمانية أسواط طويلة، وبذلك ترفرف برشاقة داخل عائلها الإنساني الذى تلصق نفسها بجدار أمعائه بواسطة ممص على جانبها المحدب، وبذلك تجلب له مرضا معويا يظهر على شكل إسهال نسب اسمه إلى اسم ذلك الميكروب. وهناك كائن محمول فى الماء، وجد من زمن طويل فى حيوانات المزرعة والحيوانات الأليفة، ولكن يوجد الآن كملوث عارض فى ماء الشرب .



شكل (٢٤)

وجه ينظر لأعلى إلى المجهر الفاحص

خلية الجياردا ذات زوج الأنوية الذى يشبه العينين معروفة جيدا لدى المجهريين، حيث يوجد فى برك غابات الشواطئ ، ويمكن رؤية حركته مستعينا بأسواطه النيلية، وبعض أنواعه يمكن أن يسبب مرضا معويا لمن يشرب المياه التى توجد بها هذه الأنواع .

ولا يتأثر ميكروب الجيارديا والكريبتوبورديوم بإضافة الكلور للماء، ويسبب كلاهما التهابا فى الأمعاء ، وتحدث الإصابة بهما نتيجة لمخالطة حيوانات المزرعة، وبذلك أعطيت هذه الميكروبات فرصا من أجيال لإصابة الأجسام الآدمية ، وربما أدت إصاباتهم بالجرثومة إلى جعلهم يقاسون من نوبات الإسهال، ولكنهم بعد ذلك اكتسبوا

مناعة ضد هذا المرض لمدى الحياة. ويعيش معظم الناس فى المجتمع الحديث بعيدا عن المزارع، ويكبرون بدونها، ولذلك، فإن الإصابةبهذه البكتريا تسبب إسهالا سريعا كريها، وفى بعض مجموعات الناس (الأكبر سنا، مثلا)، فمن الممكن أن تكون العواقب خطيرة على حياتهم .

وفى السنوات الأخيرة ظهر العديد من حالات تفشى الإصابة من جراء شرب الماء الملوث، فمثلا تم إبلاغ أكثر من نصف مليون شخص فى جنوب شرقى إنجلترا بغلى مائهم بعد أحد حوادث التفشى، وأمكن للعواقب الاقتصادية أن تثبت خطورتها. وعلي الرغم من عدم إمكان تدمير ميكروب «الكريبتوسبوريام» بمعاملة الماء التقليدية بالكلور ، ولكن يمكن السيطرة عليه بالترشيح البطيء خلال الرمل (وهو ما سبق شرحه) اعتمادا على النشاط الميكروبى فى تخليص الماء من البكتريا. وتنظر شركات المياه الحديثةإلى الترشيح خلال الرمل بوصفه إجراء غاية فى البطء، وتختار طرقا أسرع ولكنها أقل كفاءة فى معالجة مياهها ، مما سيؤدى قريبا إلى تفشى كبير للمرض ، وسوف تطالبها الضحايا بتعويضات عن طول معاناتهم من شرب الماء الملوث المنتج من تلك الشركات .

ويعتبر مرض رابطة المحاربين القدماء من أكثر الأمراض غير المعتادة، وقد اكتشف لأول مرة فى ١٩٧٦، عندما سقط ٢٠٠ من أعضاء رابطة المحاربين القدماء الأمريكيين عقب اجتماع فى فيلادلفيا، ضحايا لهذا المرض الذى لم يسبق تسجيله، فقد أصيبوا فى الجهاز التنفسى وكذلك بحمى ، وقشعريرة وآلام فى العضلات وتغيرات فى السلوك واختلال فى وظائف الكبد. وسرعان ما مات بعضهم إثر تدهور حالته، ولكن عولج من بقى منهم على قيد الحياة بمركب الإريثرومايسين ، بالرغم من عدم معرفة أحد لسبب تفشى هذا المرض فى ذلك الوقت. وأظهر البحث أن الإصابة حدثت بواسطة كائن غريب عرف فيما بعد، حيث تمت تسميته منسوبا إلى رابطة المحاربين القدماء ، حيث تصيب جرثومته الأميبا التى تعيش فى الماء ، وقد تخيلت أنه ربما نمت هذه الجرثومة بالمثل داخل الكرات البيضاء لدماء الضحية ، حيث تعتبر هذه الكرات البيضاء فى كل الأحوال أميبا ذات وجود مستقل، وهذا يمثل تغيرا صغيرا بالنسبة للميكروب ، من أميبا حرة المعيشة إلى جزء من الجسم الإنسانى. وقد وجدت حقيقة طريفة هى أن الأميبا التى يعيش هذا الكائن داخلها تعيش فى الماء الدافئ، بما يماثل ظروف الجسم الآدمى. ولهذا السبب ، فإن إمدادات الماء الساخن فى كثيرمن

المستشفيات والمؤسسات الأخرى تحفظ ساخنة على درجة حرارة عالية (توجد تحذيرات مكتوبة للمستخدم الذى لا يعلم بذلك) ، فيمكن للماء الساخن أن يقتل الأميبا التى تحب أن تعيش فيه .

ونعود إلى قصة تفشى المرض فى اجتماع فيلادلفيا ، ويبدو أنه نتج عن ماء ملوث فى أجهزة التكييف، وبذلك انتشر مثلما ينتشر الضباب فى غرف الاجتماعات، ولذلك، فإن مدراء الفنادق يبذلون عناية كبيرة لمنع تكرار حدوث ذلك ، حيث يعتبر استخدامهم للماء الساخن مظهرا من مظاهر تصميمهم على منع هذا الميكروب. وسيظل هذا المرض مشكلة ، فقد تركز ذعر عام فى عام ١٩٩٨ على السفينة «أدنبره كاسل» التى سجلت أعراض هذا المرض بين ٨٠٠ من ركابها و٤٠٠ من طاقمها، ولا تزال ٣٠٠ حالة مسجلة فى بريطانيا منها ٥٠٪ وفيات .

وتسبب أنواع ميكروب الكلاميدا طائفة من الأمراض، ينتشر أحدها عن طريق الاتصال الجنسى، حيث تحدث العدوى أعراضا قليلة، لكنها يمكن أن تصيب عنق الرحم وأنابيب قناة فالوب ، وفى حالات كثيرة نتج العقم عن هذه الإصابة، ولكن المصابين لا يشكون فى شيء . وأحد التأثيرات الجانبية للاستخدام المنتشر لحبوب منع الحمل وتعنى أن السيدات يشعرن بالثقة فى قدرتهن على ممارسة الاتصال الجنسى بدون المخاطرة بالحمل، وأحيانا ننصح المراهقات باستخدام هذه الحبوب بظن أنها تبقيهن «آمنات»، حيث لا تفيد كتيبات السلوك الجنسى كثيرا عن الأمراض التى تنتقل بالجماع ، ومما يحزن، أن هناك تصاعدا فى الإصابة بالأمراض الجنسية التى تعقب أمراضا فى مراحل متأخرة من الحياة. وبغض النظر عن المرض المتسبب عن ميكروب الكلاميدا ، نواجه بتزايد مستوى الإصابة ببعض الأمراض الفيروسية التى تصيب الأعضاء التناسلية فى الجنسين. وعلى الرغم من أن هذه الأمراض معروفة جيدا للمشتغلين بعلوم الكائنات الدقيقة، فهى لا تطرح كثيرا للمناقشة مع الرأي العام ، وهناك سلالات جديدة تكتشف، ففى عام ١٩٨٠ تم التعرف على نوع جديد من بكتريا الكلاميدا سمى كلاميدا الالتهاب الرئوى، الذى وجد أنه يسبب حالات عديدة من السعال واحتقان الحلق وارتفاع الحرارة وأحيانا، كما يتبين من اسمه ، يسبب نوعا من الالتهاب الرئوى . تلى ذلك عزل علماء الأمراض للميكروب من الصفائح الدهنية التي تسد الشرايين التاجية فى مرضى القلب . وربما تكون النوبات القلبية التى تهاجم المدير فى العصر الحديثة، ناجمة عن جرثومة أكثر مما ترجع إلى الإجهاد أو إلى الغذاء

غير الملائم للمرض، ولدينا سلسلة من الدلائل الظرفية التى تدعم هذه النظرية، فيبدو أن معدل حدوث النوبات القلبية قد انخفض، ربما كان ذلك بسبب انتشار استخدام المضادات الحيوية التى منعت ميكروب الكلاميديا من تسبيب أى أضرار بعيدة المدى .

وتبقى بعض الأمراض الغامضة التى تبدو أنها نتيجة للجراثيم، ولكن لم يحدد سببها. وفى عام ١٩٦٧ وصف العالم اليابانى توماساكو كاواساكى لأول مرة مجموعة الأعراض المتزامنة التى تحمل الآن اسمه ، وكانت قد وصفت أصلا بأنها مجموعة أعراض تظهر على شكل عقد ليمفاوية مخاطية، هى السبب الرئيسى لمرض القلب فى الصغار، حيث تؤثر عليهم فى الرابعة من أعمارهم أوقبل هذا العمر ، ولكن ربع هؤلاء المرضى يصابون بضعف خفى فى الشرايين التاجية، فلا تظهر التأثيرات الكاملة للمرض لفترة حقبة أو أكثر، ويهاجم المرض الأوعية الدموية حول القلب ، وقد عرفت حالات عن انهيار الشباب فى بسن المراهقة نتيجة انفجار أوعيتهم الدموية. ويتباين حدوث ذلك من أمة لأخرى ، ففى بريطانيا وجد المرض فى عدد أقل من أربعة حالات من كل ١٠٠٠٠٠ حالة طفل فى عمر أقل من خمس سنوات ، ولكن فى اليابان ترتفع النسبة عن ذلك بأكثر من عشر مرات. ولا يزال الاختبار الذى يؤكد أو ينفى الإصابة بهذا المرض غير متاح ، ولا الاستنتاج القاطع لسببه ، ولذلك فالبحث فيه ضرورى جدا، وكذلك زيادة الوعى مما يحمله هذا المرض من تهديد .

ويمكننا أن نثق على أساس منطقى بأن هذا المرض إنما هو نتيجة للإصابة بميكروب حتى لو لم يتم العثور على الجرثومة، حيث تصل إلى قمة تأثيرها فى الأطفال من عمر ٨ إلى ١١ شهرا، وتحدث ٨٠٪ من جملة هذه الحالات للأطفال الذين لم يصلوا إلى الرابعة من عمرهم. وتتطابق أعراض هذا المرض مع تلك الأخرى من أمراض الطفولة . وقد لاحظنا كذلك التزايد والتناقص الموسمى فى حدوث الأوبئة والتجمعات، مثلما يحدث فى الأمراض البكتيرية ، فهى ليست شديدة العدوى لأنها نادرا ما يبدو أنها تنتشر مباشرة من شخص لآخر. ويبدو أنها ربما تكون واحدة من أمراض الطفولة التى نواجهها جميعا، والتى تخلف تأثيراتها نسبة من الضحايا ، الذين سيموت بعضهم فيما بعد . وقد وضعت نظريات عن سبب هذا المرض ، بما فى ذلك البكتريا التى تنتشر بواسطة الحلم، وكثير من الفيروسات بما فى ذلك فيروسات الحمى الراجعة وغيرها مما يصيب الأطفال ، ولكن لم تقدم نظرية من تلك النظريات تفسيرا يصمد للبحث العلمى ، وعلى ذلك ، فيظل سبب هذه الإصابات لغزا لم يتم للآن حله .

تنجم بعض الأمراض عن سموم (توكسينات) تفرزها بكتريا مألوفة مثل البكتريا العنقودية والعقدية وكل البكتريا المعروفة بإنتاج السموم المسببة للأعراض المتزامنة للصدمة. ويشبه مرض كاواسكى بدرجة كبيرة واحدا من هذه الأمراض، وقد يثبت أنه استجابة غير عادية للبكتريا المألوفة ، فكل هذه الأمراض تحدث أعراضها على شكل حمى مفاجئة مع تضخم العقد الليمفاوية مع طفح جلدى يغطى سطح البشرة ويحمر لون الشفتين واللسان ويشعر المريض بآلام فيهما، وربما يعانى المريض كذلك من التهاب باطن الجفن. وبالرغم من أننا لا نملك شفاء هذه الحالات، فهناك علاجات لها، أحدها مفيد وهو الأسبرين، الذى يبدو أنه يسيطر على الأمراض، وربما حتى يساعد فى منع التأثيرات البعيدة المدى. تبين أن أفضل علاج لهذا المرض هو حقن الوريد بمركب الجاماجلوبيولين وهو عبارة عن مركز من الأجسام المضادة المستخرجة من دم المريض . فإذا تم ذلك خلال العشرة أيام الأولى من العدوى ، فإن ذلك كفيل بأن يوهن المرض إلى حد كبير ويخفف من آثاره. وإلى الآن لم يتم التعرف بصفة عامة على طبيعة مرض كاواساكى ، ولذا يحتاج الوالدان إلى معرفة الأعراض التى تعرفهما بما ينبغى عليهما اتخاذه من إجراءات. ويكون المعيار الدقيق لتشخيص هذا المرض هو ارتفاع الحرارة لمدة خمسة أيام، وتوفر أربعة من خمسة من العلامات الآتية :

١- التهاب حاد فى الملتحمة (باطن الجفن) .

٢- احمرار وألم فى الفم واللسان .

٣- ورم واحمرار وتقشر اليدين والقدمين .

٤- طفح جلدى يعم الجسم .

٥- تورم وألم فى غدد الرقبة الليمفاوية .

وتكفى هذه الأعراض الوالدين لاستشارة طبيب فى حالة شديدة تستدعى تشخيصا عاجلا ، والوقت هو الأساس، ومع فهم الحالة يستطيع الوالدان أن يعاودا التأكد من أنه لا تؤدى كل حالات التهاب الحلق بالضرورة إلى مرض يهدد الحياة. ويؤدى بنا هذا إلى الالتهاب السحائى ، وهو المرض الذى يخافه كل الآباء والأمهات، فكل مرة يصاب الطفل بصداع ، فيخاف الوالدان من النتائج الأسوأ، وكل مرة تسجل فيها الصحافة تفشى الالتهاب السحائى ويعلم الأطباء أنهم سوف يغرقون فى المكالمات

الهاتفية القلقة . والالتهاب السحائى هو إصابة السحايا التي هى الأغشية المحيطة بالمخ وتبطن الفجوة التى ترقد فيها. ويمكن أن تحدث الإصابة بواسطة العديد من أنواع البكتريا والفيروسات، ولكن المرض البكتيرى الكلاسيكى الذى ظهر حديثا ضمن الأوبئة المنتشرة بين الصغار ناجم عن البكتريا المسببة له، وهى بكتريا غير عادية توجد فى أزواج، وسمي هذا الجنس (نيساريا) نسبة إلى إلترت نيسار (١٨٥٥-١٩٣٨) البكتريولوجى الألمانى والمتخصص فى أمراض البشرة والمشهور بعمله فى الأمراض التى تنتقل نتيجة الاتصال الجنسى. ويوجد هذا الميكروب فى الآدميين، حيث يعيش مسالما فى فتحات أنوف الأصحاء ، وفجأة يعمل على الوصول إلى الأغشية المحيطة بالمخ، حيث تنتج إصابة سريعة وخطيرة للسائل المحيط بالمخ، فتغزو البكتريا -عرضا - مجرى الدم ، مسببة بثورا فى المخ ، وتحدث تأثيرا خطيرا يستدعى بالضرورة علاجا عاجلا. وعادة لا تظهر البكتريا زيادة كبيرة فى مقاومة المضادات الحيوية، فالبنسيللين كاف لإيقاف هذا الميكروب فى معظم الحالات .

وتبقى المشكلة فى توصيل البنسيللين إلى البكتريا المحتمية داخل أغشية المخ، تنعم فى سائل النخاع الشوكى حول المخ وأسفل الحبل الشوكى، ولا تصل حقنة البنسيللين بسرعة إلى داخل هذه المنطقة المحكمة، رغم أن مفعولها كاف ضد البكتريا التى تجرى فى دماء المصاب، بينما يعتبر هذا المرض حالة شديدة الإيلام، حيث تهاجم جسم المريض سياط من موجات ألم لا يحتمل ، تتزايد شدته، فتسوء حالة المريض بمضى الوقت. وقد أصبت أنا بذلك المرض وتمنيت الخلاص من آلامه بالموت، ولكن تبينت حتى وأنا فاقدالوعى أن الحياة كانت واعدة جدا ومن الخسارة أن أفقدها، وكان المعالجون مقتنعين بأنه لن يبقى لى كثير من الوقت فى هذه الدنيا وأبلغوا أقاربى بأن أفضل ما يمكنهم عمله هو الصلاة، وكانت هذه أكثر الخبرات إيلاما لى، ولكن لأنها كانت تهدد الحياة ، فالخروج منها حيا يزيد الاستمتاع بالحياة. ويجرى تشخيص هذا المرض فى المستشفى بأخذ عينة من السائل النخاعى وفحصها مجهريا للبحث عن الكائن المسبب للمرض فيها، فيكون ذلك السائل فى الشخص السليم شفافا كالبللور وفى حالات الإصابة بالمرض يكون السائل كثيفا متعكرا يشبه عصيرا مركزا من ماء الليمون المخلوط بالشعير. وكان اقتراحى بعد هذه الخبرة أنه ينبغى أن يحقن الأطباء حجما من محلول ملحى للبنسيللين مساو لحجم العينة التى تؤخذ من السائل النخاعى إثر أخذ العينة الأخيرة ، وسيحدث هذا تأثيرين، أولهما أنه يعادل التوازن

الهيدروستاتى (حيث يمكن أن يتسبب سحب عينة من السائل النخاعى ألما رهيبا)، وثانيهما أنه يضع جرعة من المضاد الحيوى بالضبط فى المكان الذى يمكنه أن يحدث أفضل تأثيره ، وينبغى إتمام هذه العملية قبل تحديد هوية الكائن. فهذا العلاج لن يضر المريض إذا كان الميكروب المسبب للمرض غير موجود، ويمكن أن ينقذ حياة المريض إذا كان هذا الميكروب موجودا .

وهناك دليل هام على الإصابة بالتهاب السحايا تعلمته من كل هذا، يعرف بعلامة «كيرنيج» ، فإذا كان المريض لا يستطيع أن يضع ساقيه فى وضع مستقيم أثناء جلوسه على كرسى ، كما لو كان سيرفعهما مستقيمين أمامه ، فهو مصاب بالالتهاب السحائى أو يعانى من حالة قريبة من ذلك المرض. ويجوز إجراء هذا والمريض راقد على أحد جنبيه ورجلاه مضمومتان، فببساطة لن يستطيع أن يمد ساقيه إلى وضع مستقيم مع الركبة، فرباط باطن الركبة يصبح مشدودا ويمنع امتداد الساق للأمام من مفصل الركبة، فإذا ظهرت هذه العلامة، فيلجأ مباشرة إلى الطبيب . وأكثر علامة شائعة علي هذا المرض هو ظهور بقع على البشرة (لا تختفى حتى لو ضغطت بالجانب الحاد من الزجاج) . ولكن ينطبق هذا فقط على مرض تعفن الدم، حينما تنمو البكتريا فى الدم، ولا يسلك الالتهاب السحائى العادى هذا المسلك، ويفضل فى هذه الحالة أن يحسم التشخيص باستخدام علامة «كيرنيج» .

كانت طائفة كبيرة من الفيروسات والبكتريا فى الماضى تسبب الالتهاب السحائى، بعضها الآن نادر فى المجتمع الغربى ، وكان ينتج عن الميكروب المسبب لمرض السل ، وحتى بكتريا التيفويد وكان الموت يهدد الأجيال السابقة دائما ، واليوم أصبح الشفاء سهلا بفضل العلاج الطبى .

ويذكرنا مرض السل بأحد الأمراض التى كانت قد اختفت بدرجة كبيرة من بلاد كثيرة، لكن يزداد انتشاره فجأة فى هذه الأيام، فالكائن المسبب لهذا المرض هو أحد أنواع البكتريا التى تتميز بطبقة شمعية تغطى خليته، ليصعب علي الجسم اكتشافه ومهاجمته. وقد اكتشف عام ١٨٨٢ بواسطة طبيب الريف الألمانى روبرت كوخ (١٨٤٣-١٩١٠)، ويعتبر هذا المرض من أمراض الطفولة الشائعة . ومعظم الأطفال الذين يلتقطونه لم يسبق لهم المرض أبدا، ولا تظهر عليهم أعراض هذا المرض فى المراحل الأولى منه ، إذ عزلت البكتريا نفسها داخل عقدة متكلسة تظهرها بوضوح الأشعة السينية (إكس) .

ويستجيب مريض السل للمضادات الحيوية التى ينتجها لمقاومة هذه البكتريا داخل جسمه، حيث يكسبه وجود هذه المضادات المناعة طوال فترة حياته، لأن هذه المضادات الحيوية كانت ترقد فى الانتظار، أولا أنه تم تثبيطها بواسطة تلك البكتريا فيما بعد الإصابة .

يوفر هذا مسارا ممكنا للمناعة ضد هذا المرض ، وقد بدأ البحث عن نوع غير ضار من البكتريا يستطيع أن ينشط جهاز المناعة فى المريض لإنتاج أجسام مضادة فى القرن الثامن عشر، برئاسة فرنسيين من علماء الكائنات الدقيقة هما ألبرت كالميت (١٨٦٣-١٩٣٣) وكميل جورين (١٨٧٢-١٩٦١) وكان كالميت قد تعلم على يد باستير وأسس معهد باستير فى مدينة سايجون، وكان قد اكتشف فى ذلك المعهد مصلا يقى من ضرر سم الثعبان، وعند عودته إلى فرنسا أسس معهد باستير فى مدينة ليل وبدأ العمل مع جورين لحل مشكلة مرض السل . وفى عام ١٩٠٦ أظهر جورين أن الذين كانوا قد أصيبوا بهذا المرض فى الصغر اكتسبوا مناعة من الإصابة به فى المراحل التالية من أعمارهم، وفى عام ١٩٠٨ وجدا أن سلالة شديدة التأثير من ميكروب السل تحولت إلى سلالة غير ضارة نسبيا إذا زرعت على بيئة تحتوى على الصفراء. وقام العالمان بإنتاج سلالات أقل شدة فى تأثيرها حتي عام ١٩٢١، وكانا مقتنعين بأن الكائن الذى حصلا عليه غير ضار للإنسان - ولكن لا يزال قادرا على قدح زناد المناعة التى وهبت للإنسان طول حياته. وقد استخدمت هذه السلالة فى إنتاج اللقاح المعروف باسم بى سى جى (اختصارا لاسم الميكروب العصوى مقترنا باسمى العالمين اللذين اكتشفاه) الذى استعمل لتطعيم الأطفال الرضع فى المستشفى الحكومى المسمى (كالميت جورين) فى باريس عام ١٩٢٢، ومنذ ذلك التاريخ انتشرت برامج التطعيم الجماعى للأطفال الرضع فى بلاد عديدة كالصين واليابان وروسيا وكندا مثلما فى فرنسا، واستمر تنفيذ تلك البرامج بصورة جيدة حتى ظهر أثر سلبى خطير فى ألمانيا. فخلال تنفيذ برنامج التطعيم فى لوبيك فى ربيع ١٩٣١، تم حقن ٢٤٩ طفلا بلقاح الـ بى - سى - جى، وكانت هذه الدفعة من اللقاح ملوثة بنوع خبيث من البكتريا، وبحلول خريف ذلك العام توفى ٧٣ طفلا متأثرين بمرض السل. وبقى هذا الأثر السلبى فى أذهان الكثيرين، مما أبطأ اكتساب الموافقة الدولية على استخدام ذلك اللقاح . وبالرغم من أن ذلك اللقاح كان قد جرب فى إنجلترا ، فقد تقرر خلال الأربعينيات من القرن العشرين أن استعمال لقاح الـ بى سى جى فى بريطانيا «لم يقابل بالتأييد» .

نجح نفوذ البحوث الأمريكية فى تقديم هذا اللقاح فى عام ١٩٥٠، بينما لم يقرر مجلس البحوث الطبية البريطانى استخدام هذا اللقاح بصفة نهائية حتى عام ١٩٥٦. ومنذ ذلك الوقت أدى التحصين الروتيني بلقاح بى سى جى فى بريطانيا وأمريكا إلى القضاء على الإصابة بهذا المرض وفى الحقيقة أنه أوشك موعد إخماد هذا المرض فى دول العالم الغربى .

يستعمل هذا اللقاح أيضا لتنشيط جهاز مناعة الجسم فى المعركة القائمة ضد السرطان ، وهذه التقنية فعالة فقط فى حالة بعض الأورام ، إذ أن لهذه الميكروبات نموات سطحية تستطيع البكتريا أن تلتصق بها بسهولة، فتستخدم هذه التقنية فى علاج حالة سرطان المثانة بنجاح كبير، وهو علاج من أبسط ما يمكن للمرء تخيله ، عبارة عن إدخال معلق من بكتريا لقاح الـ بى سى جى فى المثانة من خلال قسطرة وبعد ساعة، يسمح للسائل بالخروج ، وهذا كل ما تتضمنه عملية العلاج، فتختفى الكائنات بواسطة الخلايا السرطانية ، ولكن حينئذ تكتشف كرات المريض البيضاء وجود خلايا لقاح بى سى جى وتبدأ فى تدمير الخلايا المحتوية عليها ، وفى ظرف أيام قليلة يلاحظ المريض نزول قطع صغيرة من نسيج لحمى في البول ، وهى كل بقايا الورم. وتبلغ نسبة الشفاء حوالى ٨٠٪ نتيجة اتباع هذه التقنية ، التى تجرى ببساطة بتنشيط استجابة جهاز المناعة للمريض ولا يتضمن علاجا كيماويا . ومن المشوق أن استخدام لقاح بى سى جى فى علاج السرطان واكب تقديم اللقاح للاستخدام ، وهذه التقنية متبعة بتوسع فى الولايات المتحدة الأمريكية وأوروبا. ولكن تطبق بصعوبة فى بريطانيا. ويعلن الأطباء المتحمسون أن هذه التقنية توفر أكثر العلاجات المكتشفة فاعلية لحالة سرطان المثانة ، لأنها تحدث تأثيرها باستخدام الميكروبات لتنشيط خلايانا للعمل من أجل أنفسنا .

ويثبت السل أنه على أى حال مشكلة أكثر صعوبة، ففى عصر سابق، إذا تعرض بالغ للمرض ، ولم تكن له مناعة من الإصابة به ، فكانت الأدوية العديدة المتاحة فى ذلك الوقت تقضى على البكتريا المسببة للمرض. ومع عدم فاعلية البنسيللين فكان للمضاد الحيوى ستربتومايسين – الذى اكتشف بعد البنسيللين – مفعول قوى ضد هذا النوع من البكتريا . وبجانب المركب الأخير اكتشف عدة مركبات مثل إيزونيازيد وحامض بارا أمينو بنزويك (ح ب أ ب). ولدى ميكروب السل جينات تمنح المقاومة لكل العقاقير المتاحة ، ولذلك ، أدخلت مركبات أخرى فى مجال الاستخدام بما فى ذلك الإيثامبيوتول ،

والريفامبيسين والثياسيتازون والبيرازيناميد. وفى نفس الوقت تكتسب البكتريا أنواعا جديدة من المقاومة لهذه المركبات، حيث ثبت أن بعض السلالات الحديثة الاكتشاف مقاومة لكل الأدوية المعروفة، وقد توفى بعض المرضى فى السنوات الأخيرة لعدم قدرة الأدوية الحديثة على شفائهم، بينما لم يمكن شفاء البعض الآخر إلا من خلال الاستئصال الجراحى لفص الرئة المصاب، وهى جراحة لم تكن لازمة منذ عقود. ونتيجة لذلك، تجدد الاهتمام بالتحصين ضد خطر هذا المرض، الذى كان قد اختفى من قائمة الأمراض الهامة بالنسبة لكثير منا لأجيال مضت – وعاد بشكل درامى .

ويمكن رواية قصة أخرى عن أحد أشهر سكان الجسم الإنسانى ، وهى أحد أنوا ع البكتريا العنقودية، وفى معظم الأوقات تعيش هذه البكتريا عرضا فينا بدون أن تحدث أية مشاكل. أحيانا تتسلل سلالة منها إلى مجرى الدم من خلال حويصلات الشعر وتسبب بقعا أو بثورا ، وتتمكن بواسطة جيناتها التى تتيح لها إصابة العائل من إصابته بتعفن فى دمه إصابة شديدة يمكن أن تكون خطرا على حياته، ولا يزال تعداد الوفيات السنوى فى أمريكا ٧٠٠٠٠٠ شخص نتيجة لهذا الميكروب، ولما كانت الميكروبات العنقودية نفسها تعتبر ضمن البكتريا التى تتعرض للهجوم من الفيروسات الملتهمة للبكتريا، فيمكننا أن نتعرف على السلالة الجينية لهذه البكتريا باستخدام الفيروسات الملتهمة التي تتفاعل معها البكتريا كدلائل . وتراقب المستشفيات ميكروباتها العنقودية، وتكون مستعدة للتعامل مع انتشارها ، إذا اكتشف واحدا من تلك الفيروسات الملتهمة. وكان الميكروب العنقودى هو أول كائن دقيق خضع للمعاملة بالمضادات الحيوية، وقد استخدم البنسيللين لتدمير هذا الميكروب فى حالات أخرى مميتة. وكان أول استخدام للبنسيللين فى عام ١٩٣٢ ، حينما أسقط الأطباء نقطا من معلق يحتوى على فطر البنسيللين فى عيون أطفال حديثى الولادة مصابة ببكتريا السيلان، حيث احتوى المعلق من البنسيللين ما يكفى للقضاء على البكتريا فى هذه الحالات، فشفي الأطفال من مرض الرمد. ولولا هذه النقط لحكم على هؤلاء الأطفال الصغار بالعمى. وبينما كان شبح الحرب العالمية الثانية يقترب، تزايد تركيز الاهتمام بالمضادات الحيوية والبنسللين لمقاومة العدوى ، حيث لم يزد هذا الاهتمام حتى ذلك الوقت عن أكثر من فضول معملى، لكنه تحول إلى إنتاج على نطاق واسع . وكانت الاستجابة الناجحة للحالة الأولى التى عولجت به، فى حالة الشرطى المصاب بتعفن الدم – وقد علمت هذه الحالة درسا للأطباء ، بأن البنسيللين يمكن أن يستخدم فى

علاج عموم الأمراض المعدية، وأن إمداداته قد تكون لها القيمة الأعظم على مسرح الحرب . ومنذ الأربعينيات من القرن العشرين أصبح البنسيللين هو الدواء المفضل فى مقاومة العدوى بالبكتريا العنقودية .

ومع ذلك ، توفر البكتريا فرصا كبيرة، إذ يمكنها اكتساب جينات من السلالات الأخرى، بالضبط كما حدث مع بكتريا السل، فقد بدأت بعض البكتريا السبحية فى اكتساب جينات تمنح المقاومة للمضادات الحيوية، وسرعان ما ظهرت البكتريا المنتجة لإنزيم البنيسيلليز، الذى يهدم البنسيللين ويمنعه من تدمير الخلايا البكترية. وفى السنوات الأخيرة، ساء الوضع بدرجة ملحوظة، حيث بدأت سلالات جديدة من الميكروبات العنقودية فى الانتشار، حيث اكتسبت جينات جديدة تجعل جدر الخلية منيعة ضد الاختراق بواسطة المضادات الحيوية ، وكان العقار الجاهز لسنوات عديدة ضد الإصابة بالميكروبات العنقودية هو الميثيسيللين، وهو عبارة عن صورة مطورة من جزىء البنسيللين ، وتقاوم هذه السلالات الجديدة من البكتريا تأثير المضاد الحيوى (ويختصر اسمها بالحروف م م س أ) ، مما يستوجب البحث عن أدوية جديدة لاستعمالها فى القضاء على هذه السلالات .

ويعتبر مركب «فانوميسين» النادر الاستخدام ، هو المضاد الحيوى الأقوى فى القضاء على الميكروبات العنقودية ، واليوم تحتفظ المستشفيات بأرصدة من هذا المضاد الحيوى لمعالجة هجمات العدوى بميكروب (م م س أ) ، الآخذة فى الانتشار بين العامة، ولكنها أكثر شيوعا فى المستشفيات، فتوجد حوالى ٣٠٪ من الميكروبات فى المستشفيات فى حالة منيعة ضد الميثيسيللين، وترتفع نسبتها إلى ٤٠٪ فى وحدات الرعاية المركزة، ويعتبر مركب «فانوميسين» الوحيد المتاح لعلاج الإصابة بهذا الميكروب فى حالة كثير من المرضى ، ومما زاد فى تعقيد هذا الأمر عزل سلالة جديدة من الميكروب العنقودى التابع للنوع «أوريوس»، كانت قد اكتشفت فى صبى يبلغ الرابعة من عمره فى اليابان ، والتى اكتسبت جينات صفات جعلتها منيعة مناعة كاملة لذلك المركب مما يعتبر أخطر تطور: بالنسبة لأطباء العالم الغربى، فقد كان مركب «فانوميسين» هو الملجأ الأخير لهم . وقد استخدم المضاد الحيوى المسمى «أربيكاسين» فى علاج الصبى الصغير فى اليابان ، وهو دواء نادر، إلا أنه غير مرخص الاستخدام فى الغرب . والأكثر إقلاقا ما تسببه السلالة الجديدة «أيروجينوسا» من نوع «سيدوموناس» من خفض مقاومة ضحايا الحروق ، كما أن هناك سلالة حديثة التعريف

لا تتأثر بأى من المضادات الحيوية المتاحة للاختبار، وحتى اليوم لم يعرف عنها التسبب فى إصابة أى أحد ، ولكن ربما يكون تفشى الإصابة بها مسألة وقت . وبالرغم من كل الإثارة التى تعيب على التباطؤ فى تقدم البحث الطبى ، فلم نشهد تقديم مضادات حيوية للعمل بها منذ أكثر من ٢٠ عاما .

وغالبا ما يقال أن البكتريا تصبح مقاومة للمضادات الحيوية من خلال نوع من الانتخاب التدريجي، ويقول الناس أن استخدام المضادات الحيوية يسمح لأقسى الجراثيم بالبقاء، (إذ أنها تتيح للأجيال التالية) زيادة تدريجية فى المقاومة، وهذا نمط يسهل فهمه، ولكن ليس هذا هو حقيقة ما يحدث ، فالبكتريا تحب أن تمارس الجنس مع بعضها، وتكتسب خواصا جديدة عن طريق تبادل الجينات من حين لآخر، وهذا يوضح كيفية اكتساب بكتريا القولون -١٥٧ قدرتها على تخليق سموم قاتلة، حيث تزيد مقاومة البكتريا للمضادات الحيوية عن طريق تبادل الجينات، وليس بالضبط من خلال بعض الآليات الاختيارية لمقاومة التأثير القاتل للمضادات الحيوية، فالحياة أكثر تعقيدا من هذه الآليات ، ولذلك لا يحتمل أن يكون الإسراف فى استعمال المضادات الحيوية هو السبب الرئيسى لمقاومة الميكروبات لتأثير تلك المضادات، لأن السلالات الخطرة من بكتريا السل تصل إلى الغرب من الأمم النامية، حيث المضادات الحيوية نادرة نسبيا ، فإذا كنا بسبيل مقاومة العدوى بهذه الكائنات فى المستقبل ، فسنحتاج إلى فهم لكيفية الوقاية من هذه البكتريا مثلما نحتاج إلى إيجاد طرق جديدة للعلاج .

جذب الانتباه فى السنوات الأخيرة مرض رهيب ، كتبت عنه عناوين تصدرت الصحف ، يقتل ضحيته بسرعة ، حيث تنوب أنسجة المريض متحولة إلى كتل ذات قوام نصف سائل. ويعرف هذا المرض بالموت الموضعى للأنسجة الحية ، وبرغم أنه حديث الانتشار، فهو غير موجود فى عديد من المراجع، وتسببه مجموعة أنواع من البكتريا العنقودية الشائعة بما يكفى، وهى المسئولة عن التهابات الحلق والحالات العارضة من تعفن الدم . ومن بين الأمراض المعروفة جيدا، تتضمن أنواع البكتريا المعروفة باسم الحمى القرمزية والحمى الروماتزمية ، والتهاب الحلق الذى يسمى «الالتهاب العنقودى للحلق» ، وهو مألوف لمعظمنا . وفى الحقيقة ليست كل أنواع البكتريا العنقودية ضارة ، فبكتريا تخمير وتجبن اللبن تنتمى كلها إلى البكتريا العنقودية، فاللبن الخيطى المحبوب فى اسكندنافيا ، يتم تخميره بواسطة الميكروبات العنقودية، حيث تنمو البكتريا فى سلاسل طويلة ، تعطى ذلك القوام الخيطى المميز لشكل اللبن الزبادى الناتج .

يوجد عاملان يجعلان بعض أنواع البكتريا العنقودية ضارة بالحياة ، أولهما أنها يمكنها البقاء ككائنات لا هوائية بدون أكسجين، فهي لا تتنفس الأكسجين فى العادة، وتستطيع تغيير نظامها الأيضى لتستمر فى الحياة بدونه، وثانيهما هى أن بعض سلالات هذه البكتريا تحتوى على جينات تستطيع شفراتها إنتاج سموم (توكسينات) ذات درجة عالية من الخطورة، حيث تتوفر التركيبة القاتلة من هذه الشفرة ؛ فهى تسمح للكائن بالنمو داخل الأنسجةالتى تقتل وتتكسر بسرعة بواسطة السموم والإنزيمات التى ينتجها ذلك الكائن من هذه البؤرة للعدوى، فتنتشر السموم، وسرعان ما تظهر منطقة من تسييل النسيج تنتشر بسرعة ، وقد تبدو هذه كحالة يمكن أن تستخدم المضادات الحيوية فى علاجها، ولكن حتى لو كانت هذه البكتريا حساسة للمضادات الحيوية ، فلا توجد وسيلة لإيصال المضادات الحيوية إلى موضع العدوى، فالمضادات الحيوية تنتشر خلال الأوعية الدموية، ولكن الأوعية الدموية حول منطقة العدوى تكون قد تحللت ودمرت بفعل الميكروبات العنقودية، فتنتشر السموم أكثر ، ويحدث انتشار سريع لتسييل الأنسجة يتحرك أمام الميكروب المعدى مما يجعل من المستحيل وقفه . والعلاج الوحيد الأكيد لهذه الحالة هو التدخل الجراحى ببتر الأنسجة المصابة بأسرع ما يمكن وتدمير بؤرة الإصابة . ويظل هذا المرض حالة نادرة من الحالات التى تستحق النشر حيثما تحدث. ومع ذلك ، فإن بؤرة مصابة بهذا المرض محاطة بتآكل فى الأنسجة تحتاج إلى اهتمام عاجل ، لأن الوفاة يمكن أن تحدث خلال يوم أو اثنين ما لم يوقف تقدم ذلك المرض .

تنجم الأمراض الجديدة التى نواجهها عن طرز مألوفة من الكائنات الدقيقة ، سواء منها حديثة الاكتشاف وحيدة الخلية (مثل الأكانثاميبا) أو بكتريا تم تعريفها حديثا (مثل الكامبلوباكتر وبكتريا القولون -١٥٧). ويبدو مرض الكاوزاكى المحير كما لو كان مرضا بكتيريا ، بالرغم من أن لا أحد يستطيع حتى الآن أن يحدد ماهيته ، حيث تعقبه الإصابة بقرح فى الجهاز الهضمى وسرطان فى الأمعاء ، مما يبدو معه الآن ، أن لدينا نوعا من البكتريا مكتشفا حديثا يتسبب فى هذا المرض ، كما يتسبب فى مرض شرايين القلب التاجية ، الذى يمكن أيضا أن ينجم عن عدوى أكثر من أن يسببه الإجهاد أو نوع الطعام .

ولا يزال علينا أن نكتشف فى بعض الحالات السبب الحقيقى لهذه الأمراض، وفى حالات أخرى ننتشى بإعلان توصلنا إلى السبب وراء تفشى أحد الأمراض ، وهو

السبب الذى عادة ما نستشهد به ، ألا وهو الإسراف فى استخدام المضادات الحيوية ، ولكن مما لا شك فيه أننا نفرط فى استعمال هذه المركبات وبطريقة تخلو من المسئولية، لأنها ترتبط بزيادة هامش الربح .

ثار الذعر العالمى الأكبر نتيجة اكتشاف فيروس جديد، وليس نوعًا جديدا من البكتريا، فالفيروسات أصغر وأبسط من البكتريا ، وتتكون مما يزيد قليلا عن حزمة جينات صغيرة، وتكون النتيجة أن الفيروسات لا تستطيع التكاثر ذاتيا ، وبدلا من ذلك، تستخدم جينات الخلايا المضيفة وتجبرها على إنتاج فيروس آخر، فالفيروسات هى قمة التطفل، ولا توجد مضادات حيوية يمكنها شفاء مرض فيروسى، لأن المضادات الحيوية تتدخل فى أداء وظائف وتكاثرالخلايا الميكروبية مع كونها ليست خلايا ، فكثير من الأمراض كالجدرى والجديرى والتهاب الغدة النكفية تسببها الفيروسات ، ويبقى خط دفاعنا الرئيسى فى التحصين ضد هذه الفيروسات. ولا يوجد حتى الآن دواء علاجى متخصص يخلص جسم المريض من الفيروس. ويصف الأطباء أحد المضادات (مثل الستربتوميسين) ، حينما يعانى المريض من فيروس (كالانفلونزا) ، ليس ليخلص المريض من الفيروس ، وإنما بأمل منع أحد أنواع البكتريا الانتهازية من الأخذ بزمام الجسم الذى أضعفه المرض وتسبيب عدوى متزامنة مع الإصابة الفيروسية .

انفجرت مشكلة استعصاء الأمراض الفيروسية على الشفاء فجأة عام ١٩٨٣، بينما كان العالم راضيا عن نفسه. وحدث ذلك بمناسبة اكتشاف فريق من العلماء المتخصصين لفيروس جديد فى معهد باستير الواقع فى باريس، حيث سبب ذلك الفيروس مرضا سماه العاملون الفرنسيون اختصارا «سيدا» ، والذى يعرف أفضل باسم «إيدز» اختصارا لاسمه الذى نعرف ترجمته العربية باسم «الأعراض المتزامنة لفقد المناعة المكتسب» . اكتشف وجود هذا المرض الجديد الغريب لأول مرة فى نيويورك عام ١٩٧٨ ولوس أنجلس عام ١٩٧٩ حينما أرسلت تقارير عنه إلى مركز التحكم فى الأمراض المعدية لأتلانتا بولاية جورجيا . ولاحظت هيئات نيويورك الطبية على المصابين بهذا المرض تجمعا مفاجئا من الورم الخبيث الذى يصيب الأنسجة الضامة والمعروف باسم «ورم كابوس» فى الرجال الشواذ جنسيا. وفى لوس أنجلس ، ابتليت مجتمعات الشواذ جنسيا بمشكلة مختلفة هى الإصابة بميكروب «بنيوميتيس» ، وتبين لعلماء أتلانتا أن ظروف الحالتين قد تكون مرتبطة ببعضها ، فالورم الخبيث وميكروب البنيوميتيس محكومين فى العادة بجهاز المناعة الطبيعى فى الأشخاص الأصحاء ،

وبدأ ظهور أن كلا من مجموعتى المرضى كانت تعانى من ضعف المناعة . وبحلول عام ١٩٨٢ بدأ ظهور حالات من النزف الدموى، مما دعا إلى استنتاج أن السبب هو نقل دم ملوث، وأتت الأدلة المعززة لصحة هذا الرأى من فلوريدا، حيث كان مدمنو المنشطات الجنسية يتساقطون بهذا المرض، وكان لوك مونتاجيير فى باريس قد عزل فيروسا ارتجاعيا فى أوائل عام ١٩٨٣، وتلاه فى نفس العام عزل فيروس تم تعريفه فى أمريكا. وبالفحص الدقيق للفيروس الأمريكى تبين أنه متطابق مع ذلك الذى سبق اكتشافه فى باريس . وأصبح معروفا باسم «فيروس نقص المناعة» . وفى عام ١٩٨٦ ظهر فيروس ثان ذو تركيب جينى مختلف فى مرضى الإيدز بغرب أفريقيا، ومنذ ذلك الوقت تمت دراسة «فيروس نقص المناعة -٢» بتوسع .

ينتمى كل من هذين الفيروسين إلى مجموعة «الفيروسات البطيئة» ، التى كان الطبيب البيطرى الأيسلندى بيجورن سيجور دسدن أول من عرفها ، وكذلك نشأ مرض جديد فى الأغنام المحلية (الإنجليزية) فى الخمسينيات من القرن العشرين بفعل عدوى انتقلت إليه من أغنام مستوردة. تظهر الأعراض الرئيسية لهذا المرض متزامنة بشكل شلل فى الأرجل الخلفية مع عدم القدرة على التنفس. وفى عام ١٩٦٢ عرف سيجاردسون أن مجموعة الأعراض المتزامنة للمرض الجديد تتسبب عن نوع من الفيروسات، ثم اكتشفنا نحن فيروسا غادرا يسبب نقص المناعة وأنيميا الخيل ، وتبين أن كلا الفيروسين ينتمى كذلك إلى مجموعة «الفيروسات البطيئة» المنتشرة فى أماكن أخرى فى عالم الحيوان .

وقد وجد فيروس نقص المناعة المكتسب أولا فى الآدميين ، ويرجع الكثير من الفضل فى فهمنا المبكر إلى الاكتشافات الرائدة لهذا الباحث الآيسلاندى المتميز .

وعلى الرغم من أن فرق البحث الفرنسية حددت الفيروس تحديدا صحيحا، استنتج العلماء الأمريكيون أن هذه الفيروسات كانت تنتمى إلى فيروس اكتشف فى اليابان عام ١٩٨١ ، الذى عثر عليه فى عينات دم من مرضى اللوكيميا (ابيضاض أو سرطان الدم) ، وتحول إلى فيروس يمكنه زرع نفسه فى جينات العائل بطريقة استعادية ، وهذا ما أعطى تسمية (المسترجع أو المستعيد) لهذه المجموعة، التى اكتشف أنها تغزو الكريات الليمفاوية ، وهى نوع من الكرات الدموية البيضاء التى تحرس المناعة فى الأصحاء . وقد سمى هذا النوع من اللوكيميا (ه ت ل ف -١) .

وفى عام ١٩٨٤، حدد الفريق الأمريكى برئاسة البروفسور جاللو، هوية نوع آخر من الفيروسات سموه (ه ت ل ف -٣)، ولكن أثبت العاملون الفرنسيون فى معهد باستير أنهم كانوا الأسبق فى اكتشاف ذلك الفيروس المسمى (ه ت ل ف -٣) حيث كانوا قد أعطوه اسم «فيروس نقص المناعة المكتسب»، وكان الأمريكيون يتطلعون إلى المناصب خلال تلك المراحل من البحث بالرغم من أنهم كانوا لا يخجلون من الاعتراف بذلك . وكان أول اختبار ناجح لوجود فيروس نقص المناعة المكتسب «صممه الفرنسيون أيضا فى عام ١٩٨٤ يسمى «اختبار المناعة لامتصاص الإنزيم» .

ينتشر فيروس «نقص المناعة المكتسب» من شخص لآخر حين تنتقل السوائل البيولوجية من شخص مصاب إلى آخر سليم ، ويشكل اشتراك مدمنى المخدرات فى الحقن بالإبر طريقا واضحا للعدوى، وبالمثل، يشكله نقل مشتقات الدم إلى النازفين ، إذا لم يتم تثبيط هذا الفيروس بالمعاملة الحرارية خلال عمليات الإنتاج، ويؤدى إحداث الجروح أثناء الجماع ، وربما يسبب اللواط أو الجرح أثناءه نزفا يفسر السبب فى ارتباط المرض بجماعات الشواذ جنسيا وضحايا الاغتصاب. وقد قمت بنشر الفصل الأول عن مرض الإيدز أو نقص المناعة المكتسب ليظهر فى كتاب موجه للقراءة العامة فى عام ١٩٨٥، وكانت خواتيم ذلك الفصل مشوقة لتأمل أحداث الماضى ، فقد انتهيت إلى أنه لا وجود لأخطار من العناية بمرضى الإيدز على الفريق الطبى ، وأن انتشار الفيروس بين الذين يمارسون الجماع الطبيعى غير متوقع نسبيا. وكان هناك كلام كثير عن زيادة الناتج من هذا المرض نتيجة الجماع الطبيعى ، ولكن هذا يوجد غالبا فى البلاد الأفريقية ، حيث تنتشر فى نفس الوقت أمراض أخرى نتيجة العدوى بالاتصال الجنسى. وفى حالات كهذه ، يمكن أن يكون الفيروس محمولا فى مجرى الدم بواسطة نوع محتل من البكتريا، وفى الوقت نفسه، كانت هناك حملة صادقة لتحذير الجماهير من أخطار الإيدز ، وربما كانت الإعلانات التجارية فى التليفزيون البريطانى الأسوأ فى هذا المجال، فقد عرضت مشاهد غاية فى الروعة والغموض لانهيار شواهد القبور الجرانيتية علي المشاهد السيىء الطالع . وأهدرت ملايين من الجنيهات الإنجليزية علي هذا المجهود غير المرشد. فى ذات الوقت اتصل بى عدد من الأزواج المتزوجين الذين على الرغم من إخلاص كل منهما لشريك حياته - وليسوا ضمن المجموعة المعرضة للإصابة بالمرض - كانوا مرتعبين من استخدامهم العوازل الطبية (لمجرد تجنب الإصابة بالإيدز) ، وفى مواجهة تلك الحملات، لا أزال أشعر براحة الضمير من جراء

توضيح المدى المحتمل لهذا الوباء الجديد الخطير . فيشكل الإيدز بلوى مرعبة، ونادرا ما شعرت بحزن أكبر من الحزن الذى شعرت به عند التحاقى بأعمال المساندة فى كاليفورنيا ، حيث تصرخ الأجسام المنكمشة للضحايا طالبة العون. وفى بعض الأمم حيث تزايد الزنا مع مرور السنين ، وصلت الإصابة بالإيدز إلى مستويات مروعة . ولكن الوباء لم يهلك القسم الأعظم من مجتمعات الكرة الأرضية ، كما سبق أن تهددت والذى لذلك فى إمكاننا العمل على الخلاص منه .

وكما استنتجت فى عام ١٩٨٥، فإن فيروس نقص المناعة المكتسب ليس مرتفع القدرة على العدوى ، فبدون الاتصال المباشر لسوائل الجسم لا تحدث العدوى من شخص لآخر . وبذلك ، فإنه لا ينتقل بمجرد الملامسة أو استنشاق الهواء ، ولهذا السبب ، فنحن محظوظون، فالفيروسات كائنات انتهازية بدرجة كبيرة، وأكره أن أتخيل العواقب التى كانت تنجم عن احتمال انتشار فيروس مرض رهيب كهذا بالسهولة التى تنتقل بها الانفلونزا. ومن غير المحتمل أن تكتسب الفيروسات البطيئة تلك الخاصية، لأنها لا تنتمى إلى نفس العائلة من الفيروسات كأولئك الذين ينتشرون عادة بفعل السعال والزكام ، ويجدر بنا أن نأمل أن هذه الجينات لم تكتسب قط بواسطة هذه المجموعة . فإذا كانت صفة سهولة الانتقال قد اكتسبت بواسطة فيروس قاتل، فهذا كفيل بأن يتهجى حروف النهاية للحضارة الإنسانية كلها. فكما رأينا ، انتهت الحضارات الكبرى لقبائل مثل الأزتيك والميكستيك والإنكا بفعل الإصابة الشديدة بالجدرى التى انتقلت إليهم عبر المكتشفين الأوربيين. وكان الغزاة الأوربيون محظوظين منها بفعل مناعتهم ضد الفيروس لطول تعرضهم لتلك الفيروسات فى صورها الضعيفة والخطيرة ، ولكن بالنسبة لسكان أمريكا الوسطى الراقين والمتحضرين، فقد قضى الفيروس على نظام كامل لحياتهم .

وتتركز الإصابة بفيروس نقص المناعة المكتسب فى كريات اللمف المعروفة باسم (ث -٤)، والتى هى الكرات البيضاء الأميبية التى تشكل النظام الأساسى فى استجابتنا المناعية للأمراض ، فهى تعرف بأنها «خلايا معاونة» وهى تتجول فى الغدد الليمفاوية ، والنخاع المنتج للدم، والطحال، والغدة الثيموسية . ونتيجة لتسلط الفيروس على جهاز المناعة، تفقد كريات الليمف (ث-٤) قدرتها على مساعدة هذا الجهاز وتبدأ فى انتاج موجات من فيروس جديد ينتشر قدما خلال الجسم . ولا ننسى أننا نتعامل مع فيروس بطيء ، فتستغرق الأعراض وقتا طويلا قبل الظهور. وقد اكتسب المرض نفسه

أعراضا متزامنة لنقص المناعة المكتسب (الإيدز)، الذى نادرا ما يظهر خلال ستة أشهر من العدوى به ، ويستغرق أحيانا عددا من السنين ليظهر . وبعض المرضى الذين أصابهم المرض منذ عقد لا يزالون فى لياقة واضحة. تكون الأعراض الأولى لهذا المرض غامضة ومن النوع المعتاد حدوثه لدى معظم الناس من وقت لآخر ، وتتضمن هذه الأعراض فتور الهمة، والشعور بالتعب، والإسهال والحمى المتقطعة ، وقد يتردد وزن الحجم بين الزيادة والنقصان بدون سبب ظاهر، وتضعف الشهية للأكل ، ويحدث تورم خفيف للغدد الليمفاوية فى أعلى الفخذ أو الإبط أو العنق، وقد تختفى هذه الأعراض قبل أن يبدأ ظهور المرض الحقيقي، ولذلك قد يحمل المرضى الفيروس بدون حتى أن يعلموا بوجوده فى أجسامهم. وبينما يتقدم المرض تبدأ خلايا ث-٤ فى الظهور ليتم لها السيطرة عليه كعادتها مع الأمراض التى تصيب الجسم. وربما تدل أعراض الورم الخبيث المسمى كابوسى، والذى يعد نوعا من السرطان ، حيث يظهر على البشرة بشكل نموات ذات لون ضارب إلى الأرجوانى، فيتخذ ظهوره كدلالة محتملة علي الإصابة بالإيدز ، كما تعتبر إصابة الرئة بالأمراض مرتبطة بالإيدز ، فهذه الكائنات الدقيقة وحيدة الخلية تعيش فى أجسام الأصحاء حيث يستطيع جهاز المناعة أن يتخلص من الجراثيم ، ولكن ضحية الإيدز تفتقر إلى هذه الاستجابة الفعالة ، وذلك هو السبب فى تمكن المرض .

وتقترح نتائج البحث أن فيروس نقص المناعة المكتسب كان موجودا منذ عهد أبعد مما تصورنا، فالحالات التى يظن أنها حدثت فى زائير عام ١٩٧٦ واختبارات عينة مصل الدم أكدت أن الفيروس كان موجودا فى ٢٥ر٪ من السيدات الشابات فى كينشاسا منذ ١٩٧٠، قبل أن يحدث اكتشافه ، وأعلن أن أسلاف هذا الفيروس كانت منتشرة فى جماعات القردة حول بحيرة فيكتوريا . ومنذ ذلك الوقت ، أظهرت عينات الأمصال، التى خزنت فى المستشفى من مرضى توفوا منذ عهد بعيد ، احتوائها على أدلة تفيد وجود ذلك الفيروس ، حيث كان موجودا بالتأكيد بمعدل منخفض فى الأوربيين منذ الخمسينيات من القرن العشرين ، ولكن عوامل انتشار إدمان المخدرات والشذوذ الجنسى فى الثمانينيات من هذا القرن وفرت له الظروف الملائمة للظهور كسبب لوباء كبير . وتظهر جينات فيروس نقص المناعة المكتسب تباينا ملحوظا ، فلا يملك الفيروس أى وسيلة لتصحيح أخطاء النسخ بحيث ينتقل الجين من حالة الاستقلال إلى الاندماج فى التركيب الجينومى للعائل ، وبالتالى يقدم النسخ الاستعادى جينا

مغايرا من كل ١٠٠٠ جين منسوخ، وقد يكون هذا تصميما هندسيا، أكثر منه صدفة، لأن ذلك يعنى أن الفيروس يحافظ على طائفة من السلالات ذات التباين الجينى، ولكنه عندما يواجه جهازنا المناعى اليقظ، يستفيد الفيروس من التغير فى جيناته، مما يجعل التخلص منه صعبا ، والسبب كما أحسه هو فشل الفيروس فى تصحيح جيناته التى ربما بسبب تصميمها الهندسى يظل البعض منها (فى مركز الفيروس) غير متغيرة بدرجة ملحوظة. ويوجد التباين الأكبر فى البروتينات التى تكون الغلاف حول الفيروس، وأن هذا هو التغليف الخارجى الذى يحاول جسم العائل أن يتعرف عليه ، فيحتال الفيروس على البقاء بعيدا عن متناول جهاز المناعة بتغيير مظهره ولهذا الفيروس طائفة محدودة من العوائل، فمنذ عام ١٩٨٢ ، أظهر قدرته على الانتقال إلى الشمبانزى، ولكن لم يتطور المرض فى تلك الحيوانات، فظل تأثير العلاج غير قابل للتقييم. ولا يزال تأثير عقار (أ. ث. ز) الذى يستخدم على نطاق واسع، وأعلنت تأثيراته المضادة لأضرار الفيروسات، ولكن يظل هذا غير محقق فيستعمل العقار عند اليأس من تحقق الشفاء والرغبة فى تحقيق أى تحسن فى حالة المريض . وعلى الرغم من أن الطريقة التى يتغير بها الفيروس تجعل تطوير اللقاح لمواجهة هذا التغير يبدو غير مرجح ، فيبقى الأمل فى أن يتيح لنا هذا التطوير قهر ذلك البلاء .

تتميز الأمراض الفيروسية الأخرى الجديدة ، ليس فقط بالنمو البطىء التدريجى بحيث يمكنه الرسوخ قبل أن يكتشف ، ولكن نتيجة للدرامية والتأثير القاتل لذلك الفيروس. وأكثر الفيروسات خطرا هو فيروس «إيلوبا» الذى يسبب وفيات بنسبة مرتفعة تصل إلى ٩٠٪ ، وهو الوباء الأول الذى حدث فى زائير عام ١٩٧٦، حيث كانت الإصابة به التى يبدو أنها مرت خلال فترة حضانة حوالى ١٦٤ يوماً، تبدأ فجأة بشكل درامى، فيعانى المريض من حمى موجعة جدا تتخللها قشعريرة ، مع فقد الشهية وألم فى الأطراف . وسرعان ما يعقب هذه الأعراض قىء، والتهاب الحلق ومغص فى البطن وإسهال، ويصبح المريض فاتر الشعور، ضعيفا، ويصاب بالجفاف . ويبدو المريض قد فقد إحساسه بالزمان والمكان ولا أمل فى شفائه. ويهاجم الفيروس الأوعية الدموية وتبدأ الأنسجة فى التداعى خلال أيام . ويبدأ المريض فى النزف من الرئتين والأمعاء واللثة، كما ينفجر الدم من البشرة. وتعلن هذه المرحلة من النزيف قرب حلول الوفاة التى تحدث نتيجة صدمة شديدة وفقد فى السوائل من أنسجة الجسم المنهارة، وكانت هناك أكثر من ٨٠٠ ضحية للوباء الأول الكبير الذى انتشر عبر زائير والسودان . ففى

زائير توفى ٨٨٪ من الضحايا بينما كانت نسبة الوفيات فى السودان ٥٣٪. وقد تم تشخيص حالة واحدة فى العام التالى فى زائير، وكان هناك انتشار آخر صغير للوباء فى السودان فى موقع الوباء الأصلى الذى حدث عام ١٩٧٩. ولم يعثر على هذا الفيروس فى القرود ، بالرغم من العثور على فيروس ينتمى إليه فى قرود الفلبين ، وألهمت مأساوية هذا المرض مخرجى السينما التى صورت الصور المرعبة لأعراض هذا المرض .

ينجم مرض القرود الخضراء عن الإصابة بفيروس ماربورج الذى سمى طبقا لاسم مدينة ألمانية، حيث لوحظ المرض الذى انتشر مرتين، أولاهما فى ١٩٦٧ فى ماربورج وثانيتهما فى بلجراد، عاصمة يوغوسلافيا. وقد نشأ هذا الفيروس فى القرود الأفريقية الصغيرة المستوردة من أوغندا للأغراض التجريبية، فقد كانت هناك ٢٥ حالة من العدوى بهذا المرض انتقلت من القرود، منها ٧ انتهت بالوفاة، وكذلك ٧ ضحايا التقطت العدوى من أول موجة لها . ومنذ ذلك الوقت تناثرت حالات عارضة عبر كينيا وزيمبابوى وجنوب أفريقيا . ويحتوى فيروسا المربورج والميلويا على جينات متشابهة. ويشكل فيروس «رستون» عضوا ثالثا فى المجموعةج ، فهو معد للإنسان، ولكن لا ينتج عنه مرض خطير. وكانت قد صدرت تقارير عن عزل أنوا ع أخري لنفس المجموعة من القرود بالرغم من أنها لم تسبب أوبئة أخرى بين الآدميين . وتشبه أعراض الإصابة بفيروس «ماربورج» تلك التى يسببها فيروس «إيلويا» القريب له، على شكل نزيف من الأنسجة خلال الجسم كله ، بما فى ذلك الكبد والطحال والكلى، وقد جربت لقاحات، لكن لم يمنح استعمالها مناعة للحيوانات تتحدى بها ذلك الفيروس فيما بعد . وهذه الأمراض خطيرة جدا . وسنحتاج إلى الاحتراس منها والسيطرة على منع انتشارها فى المستقبل .

وقد سجلنا الإصابات الفيروسية الواردة من أفريقيا منذ الحرب العالمية الثانية، فقد تم التعرف على الحمى النزيفية الأرجنتينية، الناجمة عن فيروس «جونين» فى عام ١٩٥٧ كمرض قاتل وصل إلى أقصاه فى شهر مايو. وفى عام ١٩٥٩ تم التعرف على مرض مشابه سببه فيروس «ماشوبو» فى بوليفيا، حيث تفشت الحمى النزيفية عام ١٩٦٣/١٩٦٤ مسببة مئات الحالات المرضية ، ويعرف عنه حاليا أنه سلالة أخرى ، وفيروس «جواناريتو» الذى تم تعريفه فى فنزويلا عام ١٩٩١، والذى لابد وسيدرك

الذهن القوى الملاحظة أنه يسبب مرض نقص المناعة المكتسب . وكل هذه الفيروسات لديها مستودعات طبيعية فى القوارض التى تعيش قريبا من القرى. تنتمى حمى «لازا» إلى نفس المجموعة، وكانت قد تم تحديد هويتها فى عام ١٩٦٩، وكانت تستوطن غرب أفريقيا من السنغال إلى الكاميرون. وكنت قد زرت مؤسسات المستشفى فى غرب أفريقيا حيث يتعافى المرضى بمثل هذه الأمراض، وأنه لما يلازمنى من الأفكار التحقق من التأثيرات الخاصة لهذه الأوبئة على ضحاياها، فهناك أصداء لها منذ عصور مبكرة فى أوربا حين سيطرت أوبئة مثل طاعون الموت الأسود (لا يزال موجودا فى الولايات المتحدة) والجدرى، ولا تزال تملك زمام السيطرة على المجتمع الإنسانى ، وكثير من الأمم تواجه يوميا حالات نشعر بالفخر لقهرها فى مجتمعاتنا . فهذه الحميات النزيفية، بما فيها الذى يسببه مرض «لازا» وغيرها تتضمن نزيفا من الفم والأعضاء الداخلية *وتلف جسيم فى الكبد ، والتى تؤدى لوفيات نسبتها ١٦٪، بالرغم من أن معظم المرضى* يشفون، فيستغرق الإبلال من المرض وقتا طويلا ومضنيا .

وتسبب مجموعة كبيرة من الفيروسات تسمى «فيروسات هانتا» الحمى النزيفية الكورية التى تسبب انهيار الأنسجة الداخلية . ويظن أن المرض كان موجودا منذ قرون، ولكنه سجل فى الوثائق الطبية للغرب فى ١٩٥١، حين تفشى بين أفراد قوات الأمم المتحدة المعسكرة فى كوريا، حيث أصاب أكثر من ٣٠٠ شخص وسبب الوفاة بنسبة تقرب من ١٥٪ . وقد قام هو وانج لى فى ١٩٧٨ بتحديد المسبب الذى سمى «فيروس هانتان»، الذى زرع لأول مرة فى عام ١٩٨١ ، وأوضح البحث الدولى أنه يسبب انتشار المرض فى الشرق الأقصى، بما فى ذلك كوريا والصين وروسيا الشرقية . وتتراوح فترة حضانة هذا المرض بين أسبوع وأسبوعين قبل حدوث حمى شديدة مفاجئة مصحوبة بألم رهيب فى العضلات والعينين، يتبعه نزيف منتشر وتورم الأنسجة نتيجة للرشح، ويموت ثلث المصابين بالحالات المميتة خلال هذه المرحلة بتأثير صدمة شديدة. ويتبع الأعراض السابقة اختلال وظائف الكلى، وقد يصبح فشل القلب ظاهرا، وقد تستعيد الكلى وظائفها الطبيعية ويتسم الشفاء المحتمل للمرضى بإخراج كميات كبيرة من البول، وهى عبارة عن السائل الناتج عن تخلص الجسم من النسيج المريض ، ويستغرق التعافى من هذا المرض عدة شهو ر .

يعيش هذا الفيروس فى الجرذان والفئران ، ويبدو أن المرض ينتشر من خلال الملامسة مع التراب الناتج عن نفايات القوارض . وتوجد بعض اللقاحات الآن تحت

الاختبار فـى الشرق الأقصـى ، بالرغـم مـن وجـود الأدلـة الحاسمـة على فاعليتها لا زالت تحت النشـر والطبـع ، وأنت لا تحـتـاج لأن تجـد الفيـروس لتـحـدد أين كـان ، فيمكننا أن نحدد مكان انتشـار الفيروس بالنظر فى الأجسام المضادة لذلك الفيروس فى عينات الدم . ومن الطريف أنه على الرغم من أنه لم يسجل أى تفش لتلك الفيروسـات فى الولايات المتـحدة الأمـريكية فـيمكنك أن تجـد عينات دم من آدمـيين وجـرذان يدل اختبارها على وجود أجسام مضادة لهذه الفيروسات .

ويتم التعرف بانتظام، مع تقدم البحث، على فيروسات جديدة. وفى حـالات عديدة، توفرت لدينا أدلة على وجود أسبـاب لم تعرف للمرض، منذ زمن طويل قبل اكـتشـاف الفيروسـات نفسـها. ففى أواخر الأربعينيات من القرن العشرين، حدثت محـاولات فى أمريكا لتوضيح أن الإسـهال يمكن أن يتسبب عن إصابات لا علاقة لها بالميكروب. وقد قام المخـتـبرون بترشـيح عينات براز مـرضى بأمـراض مـعوية ، مـع قيامـهم بترشـيح السـوائل لاستـبعاد كل جسيمة (بما فى ذلك كل خلية ميكروبية) ، وحين نشرت عينات من كل مريض على البيئة القياسية لمزرعة البكتريا، لم تظهر علامـة للنمو، فقد استبعد التـرشـيح كل الميكروبات ، وبالعكس، فـحين أعطى هـذا الراشح ، سـرعـان مـا ظهـرت عليـهـم أعـراض النزلة المعـوية ، وبهـذه الطريقـة خمن العلمـاء وجـود فـيروس يسـبب الإسـهـال ، حتى لو لم يكن أحـد يعرف مـاهيته، وقد أعطت المستـشـفيـات للمـتطوعين أسماء حيث أجريت التجارب وبذلك يكون لدينا عامل «مـارسى» (نسبة إلى المستشـفى الحكومى مـارسى ، فى أرتيكا بنيويورك)، وعـامل «نبيجيتا»، (نسبة إلى نبيجيتا بير فيكتشار باليابان). ولم يحدد أحد الفيروس الذى يسبب النزلة المعوية ، حتى منذ الجيل السابق ، وفى الحقيقة، فلم يظهر أول بحث يصف الفيروس فى حالة الإسهال حتى عام ١٩٧٢، وقـد نتج هـذا البـحث عن المرض المسـمـى «قيء الشـتـاء» الذى أصـاب نصف المعلمين والتلاميذ فى مدرسة ابتدائية فى نورفولك بولاية أوهايو. وكان المتطوعون قد تناولوا راشح أولئك المرضى الذى نتج عنه أن المستخلص الخالى من البكتريا يمكن أن ينقل المرض. وقـد استـخـدم الميكرسكوب الإلكتـرونى لاختـبار مركـزات تلك العينات، حيث شـوهدت جسيمات دقيقة للفيروس لأول مرة . وسرعـان مـا أظهرت هذه التقنية عائلا للفيروسات الجديدة، بما فى ذلك فيروسـات مرض التهاب الكبد من النوع (أ) . وفى العـام التـالى تم تحـديد «الفيروسـات الدوارة» المعروف عنها الآن أنـها السـبب فى وبـاء عـالمى يصيب ضحاياه بالاضطراب المعوى، الذى نسميه «الإنفلونزا المعوية» الذى

أصبح معروفا جيدا ، بالرغم من أنه يمكن أن يهدد حياة الأطفال ضعفاء الصحة أو سيئو التغذية .

يموت من جراء الإسهال خمسة مليون طفل سنويا ، وقد بدأنا فى تبين أن الفيروسات تكمن وراء كثير من هذه الحالات، فمثلا نجم خمس تلك الوفيات عن الإصابة بالفيروسات الدوارة ، وذلك أن مليون حالة وفاة سنويا تتسبب عن جرثومة تعرفنا عليها فى السنوات الحديثة فقط. وتنتشر الفيروسات الدوارة على نطاق واسع فى الحيوانات والآدميين . ويتركز انتشار هذه الجرثومة فى أوربا خلال الأشهر الباردة، بينما ترتفع الإصابة بها فى الولايات المتحدة إلى حدها الأقصى بدءًا من الجنوب الغربى كل نوفمبر وتتحرك لأعلى عبر الولايات المتحدة حتى تصل إلى نيو إنجلاند في مارس. وليس هناك حد أقصى موسمى للإصابة بهذا الفيروس، فتحدث حالات على مدى العام. وتبدو الأعراض القليلة لهذا المرض الذى يصيب الأطفال فى أعمار تقل عن شهرين أو تزيد عن سنتين، كمظهر لذلك المرض أن الفيروس ينتج أسوأ تأثيراته داخل تلك المجموعتين. وأحيانا يلتقط البالغون المعرضون للإصابة هذا الفيروس أيضا، حيث يمكنه إحداث النزلات المعوية. وفى معظم حالات إصابة الأطفال بهذا الفيروس، تظهر عليهم الأعراض فى صورة إسهال وارتفاع الحرارة والقيء ، وتحدث فى حالات نادرة (١٪) من الإصابات أن يكون البراز مدمما، وفى العالم الغربى تنتهى ثلث حالات الأطفال فى المستشفى. ورغم محاولة استخدام اللقاحات الواقية، إلا أنها لا تكون فعالة دائما . وقد كان هناك كثير من التأكيد على وجود أجسام مضادة للفيروسات الدوارة فى لبن الأم ، الأمر الذى لم يتأكد بالبحث تأكيدا يعتمد عليه. والعلاج القياسى لهذا المرض هو منع الجفاف بواسطة محلول سكرى ضعيف مذاب فى محلول ملحى ، ولكن هذا لا يحقق الشفاء الكامل، وهذا ما يقال أحيانا ، فالأطفال الضعفاء الذين يعطون كثيرا من علاج منع الجفاف تتكون لديهم مستويات مرتفعة من السكر والملح فى الأمعاء، ويؤدى هذا إلى إزالة الماء من الجسم، ربما أسرع من ذى قبل. وكانت هناك حالات حيث اضطر أطباء الأطفال إلى أن يتغلبوا على مشكلة طفل يعانى من نوبات مرضية كمضاعفات إضافية للحالة، وتكون النتيجة المزيد من جفاف السوائل التى تناولها الطفل من أبويه القلقين. فإذا أمكننا أن نطور لقاحا يعتمد عليه (أظهرت أفضل المحاولات ما لا يزيد عن ٧٠٪ فاعلية)، فيمكننا حينئذ أن نخفض معدل حدوث تلك النزلات المعوية للأطفال إلى حد كبير، وهنا تتاح لدينا فرصة لتقليص ثقل هائل من

المعاناة المستشرية فى العالم، التى يحدث معظمها فى الدول النامية. ويوفر لنا تعرفنا على فيروسات جديدة بعضا من تحديات مستقبلية واعدة، نأمل من خلالها الوصول إلى نتيجة حاسمة تنقذ حياة الناس فى العالم.

وأخيرا، دعنا ننظر فى تفاصيل فئة جديدة من الأمراض التى سنناضل من أجل أن نفهمها؛ فمن هذه الحقائق الجديدة نستطيع أن نتعلم دروسا قد تكون غاية فى الأهمية بالنسبة للقرن الواحد والعشرين. فالبشرية تواجه الآن مرضا جديدا لا يندرج تحت أى من فئات الأمراض التقليدية، ألا وهو «جنون البقر»، الذى وضعت نظريات عديدة لتفسير انتشاره بين الماشية البريطانية، ولا زلنا نحتاج إلى معرفة المزيد عنه، فهو بلوى قاتلة للماشية، وإمكانية الشفاء منه غير معروفة، وقد تم نبح مئات الآلاف من الماشية فى محاولة متأخرة لقهر المرض، الذى يقدم عديدا من الدروس التى يجب تداولها فى المستقبل. فما زلنا نواجه أمراضا جديدة تسببها طائفة من الكائنات الدقيقة. ولكن مرض جنون البقر يظهر أنه لا ينضوى تحت أى من الفئات المعروفة من الأمراض . وطبقا للنظريات الجارية ، فالعامل المسبب له ليس نوعا من البكتريا ، ولا حتى فيروسا ، ولكنه يتخذ شكل بروتين مرتفع المرونة والقدرة على العدوى ، وهو لا يحتوى على مادة وراثية على الإطلاق، ولا يتأثر بالمطهرات التقليدية أو بالتعقيم الحرارى. وهذه الدروس مهمة هنا: لأن الجينات لا تستطيع أن تحتفظ لنفسها بكل سر التضاعف ، لوجود عميل هنا يفتقر إلى جينات من أى نوع . ومن الواضح أيضا أن جنون البقر يمكنه الانتقال إلى الضحايا الآدمية، ولذلك، فقد استرعى هذا المرض انتباها عالميا واسعا، من ناحية بسبب تميز العوامل الآتية التى تجعلنا نخافه كثيرا :

- الأول : طبيعته، فهو ليس بمرض يمكن أن يتحسن ببساطة ، ففى هذا المرض الرهيب ينهار الذهن، حيث تظهر الفجوات متناثرة فى نسيج المخ ، ويوجد شىء ما بالذات ينبئ بتعرض المخ للهجوم .

- الثانى : هناك نتيجة، فكل الحالات كانت مميتة، ولم يحدث أبدا أى شفاء منها، فقد كان الموت بالمرض مؤكداً دائما .

- الثالث : هذا المرض غادر، كتطوره بالتدريج قبل أن يكتشف ؛ من الممكن أن ينتقل من خلال ما تعود معظم الناس أن يفعلوه منذ آلاف السنين ، وهو أكل لحم الماشية، فهو ليس نتيجة لسوء الظروف الصحية أو الإهمال ، كما فى حالة تسمم الغذاء .

● الرابع: هو المصدر الغامض، وهذه حالة خلابة، فليس هناك ميكروب متسبب، وليس هذا هو فيروس «جنون البقر». وكان الجمهور يراقب كشف النقاب عن تركيب المادة الوراثية (دنا) التى وردت عنها تقارير من معامل العالم. وكل ما يعرف عن العدوى كان دائما يستهدف صميم المادة الوراثية (دنا) أو (رنا – الرسول) ، ولكن المرض الجديد لا يبدو حتى أنه يحوى أيهما، وهذا نوع جديد من العدوى .

● وحينئذ يبرز دور إعطاء النصيحة للناس ، من خلال موضوعات متخصصة يحب الجمهور أن يتلقى أفضل النصح المتاح بشأنها ، وقد صممت الحكومة على ألا تعرض الآدميين لأى مخاطرة لفترة عشر سنوات . فقد قالت أن علينا أن نتنبه إلى نصيحة العلماء .

وقد علمنا أنه لا يوجد دليل علي أن هذا المرض من البقر يمكن أن يسبب (مرض كرويتزفلد – جاكوب) فى الآدميين ، ولكن كلمات تحذير عديدة كانت صدرت .

● والبعد الكبير السادس لهذه الحلقة التاريخية هو شعور العامة بالخوف . فالناس لا تعرف إلى أين تذهب، أو تلتفت، ومن تسأل ، وجرى الإعلام بصورة سيئة، فالمعلومات التى تم بثها كانت مضللة ، والحقائق مخفاة: بدأ كشف النقاب عن الوباء الجديد فى إيستر عام ١٩٨٥، حين استدعى الجراح البيطرى كولين هويتكار إلى مزرعة فى «حدائق إنجلترا» بمقاطعة كنت لعلاج بقرة مريضة، وبعكس المألوف فى الحيوانات أنها سهلة القياد، لينة العريكة؛ كانت البقرة عصبية وعدوانية تجاه المزارع ، حيث كانت أعراض المرض تشبه أعراض مرض «دوار البقر» الذى عرف منذ قرون، وينتج عن نقص عنصر المغنسيوم فى الغذاء ، ويمكن علاجه بجرعات من المغنسيوم تضاف للغذاء. وسرعان ما تحقق المستر هويتكار من أنه كان يشهد شيئا شديد الاختلاف؛ حيث بدأ أشبه بالجرب الذى يصيب الأغنام ، وقد انتقل فجأة إلى الأبقار، فنقلت الحالة إلى عناية المعمل المركزى البيطرى فى ويبريدج سارى ، حيث استنتج د. جيرالد ويلز أحد المتخصصين فى علم الأمراض، وجود حالة سابقة غير مسجلة من هذا المرض . وتعد البقرة «دايزى» أكثر ضحايا مرض «جنون البقر» شهرة ، فعمرها ٥ سنوات، وكانت من نوع الفريزيان ذى اللونين الأسود والأبيض، الأكثر شيوعا – كحيوان لبن – فى بريطانيا، وكانت دايزى هي الحيوان سيئ الحظ التى تم تصويرها بالفيديو لتسجيل تطور مرض «جنون البقر». هذا المرض الذى كثيرا ما يعاد عرضه فى

التليفزيون، فمشيتها غير المتناسقة فى حالة جسمها المتدنية تنعكس فى سلوكها المهتز والعصبى، حيث حاولت بانتظام أن تحك رأسها، إما بمقدمة حافرها أو بالحائط، وفجأة فقدت قدرتها على السير. ويوفر شريط الفيديو توضيحا بالرسم للتسلسل الرهيب الذى تم به التقاط مرض «المخ الإسفنجى»، وكان أصغر الحيوانات التى التقطت المرض يبلغ من العمر ٢٠ شهرا ، وأكبرها سنا يبلغ ١٨ عاما. ومع ذلك، فنحن نعتقد أن لهذا المرض فترة حضانة طبيعية يبدو أنها تتراوح من سنتين وتصف إلى عشر سنوات .

هل يمكن أن نتعلم دروسا من المعرفة المتاحة الآن عن مرض «جرب الأغنام» الذى يحتمل أن تكون أول حالاته قد ظهرت فى البلاد الناطقة بالإنجليزية ، فى أغنام المارينو المستوردة من إسبانيا فى القرن الخامس عشر، والذى أعطى منذ ذلك الوقت عددا من الأسماء منها على سبيل المثال : «كساح الأطفال الحيوانى»، حيث كان سمى بغير حق «حمى الخيل»، وهو مرض يصيب الحيوانات الأليفة، ولا علاقة له بالمرض نفسه . وفى عام ١٧٥٩ سماه الباحث الألمانى ليوبولد ، فى ألمانيا «مرض الخبب» ، وسجل وصفه التقليدى، حيث كتب :

«تعانى بعض الأغنام أيضا من «الجرب» الذى يمكن التعرف عليه بحقيقة أن الحيوانات ترقد وتعض أقدامها وأرجلهاالخلفية، وتحك ظهرها قبالة الأعمدة، ويبطُؤ نموها، وتتوقف عن الرعى، وأخيرا تصبح كسيحة .. وهذا المرض غير قابل للشفاء. والحل الأفضل لذلك هو أن يتخلص الراعى بسرعة من الأغنام التى تعانى من المرض ويذبحها بعيدا عن أراضى الرعى، فينبغى علي الراعى أن يعزل مثل هذه الحيوانات فورا بعيدا عن القطيع السليم، حيث يمكن أن تسبب قدرتها على العدوى ضررا خطيرا للقطيع» .

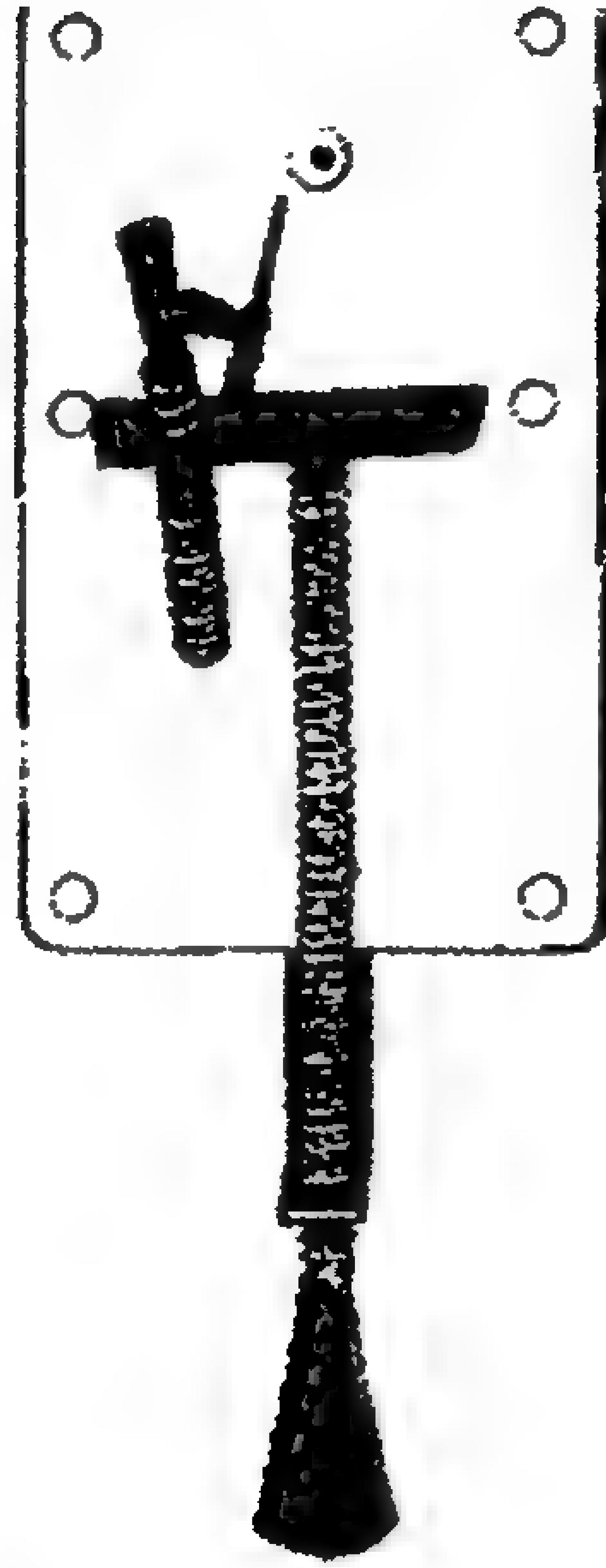
تم تسجيل مرض «جرب الأغنام» مباشرة فى أنحاء أوروبا ، هولندا وإيطاليا وسويسرا وإسبانيا على سبيل المثال، وهو موجود فى اليابان، وانتشر فى بلاد تتضمن أيسلنده والنرويج وقبرص، بعد استيراد حيوانات مصابة به ، بينما لا يزال غائبا من بعض البلاد بما فيها استراليا ونيوزيلانده والأرجنتين وأورجواى . وقد سبق تشخيص سبب هذا المرض عبر القرون . وعلي الرغم من أن العلماء لا يدركون غالبا حقيقة أن تغير النظريات يعكس متغيرات الاهتمامات الاجتماعية مع الزمن، ففى منتصف القرن التاسع عشر، كان كل فرد معنيا بموضوعات الأخلاقيات والجنس ، ولذلك ، ففى عام

١٨٤٨ اقترح أن مرض «جرب الأغنام» كان ناجما عن انحلال عقلى سببه الإسراف فى الممارسة الجنسية بين الحيوانات . وفيما بعد، حينما أصبحت الكهرباء نمطا للحياة العصرية أعلن أن «جرب الأغنام» نتج عن البرق، ومع استدارة القرن ، أصبحت نظرية الجرثومة شائعة ، وأعلنت جرثومة «جرب الماشية» المسماة (ماركوسايتس) كطفيل مجهرى يصيب الحيوانات بهذا المرض .

وقد فقد عالم سمعته فى الأربعينيات من القرن العشرين بسبب نظرياته؛ فقد كان الدكتور د. ر. ويلسون، منبهرا بذلك المرض، واقترب من التعرف على طبيعته غير العادية، حيث أثبت أن العامل المسبب أصغر حجما من الميكروبات، وكان ذلك العامل مقاوما بغرابة للحرارة وللمطهرات، ورفض العلماء الآخرون تصديق نتائجه، ولكنهم عرفوا فقط بعد وفاته بأنه كان نزيها. وبعد أن أقبل بورن سجاردسون بفكرته عن «الفيروسات البطيئة» ، اعتقد أن واحدا منها قد يسبب ذلك المرض ، واستغرق التعرف على السبب الحقيقى أكثر من قرنين، فمرض «جرب الأغنام» هو أحد أمراض «المخ الإسفنجى الشكل» الذى تم تحديده لأول مرة ، ولكن بالتأكيد ليس الأخير، فنحن نعرف الآن الأمراض الأخرى ، فمرض «الهزال المزمن» اكتشف فى عام ١٩٨٠ بين قطعان الأيائل والغزلان فى شمال أمريكا. ونميز الآن مرضا معديا فى الثعالب يجعل تلك الحيوانات قابلة للإثارة وتتصرف بعدوانية . ونحن نعلم من قبل بحالة مرضية مماثلة فى النعام ، سجلت لأول مرة فى عام ١٩٨٦. وقد اكتشف أحدث الأمراض تسجيلا فى برستول فى قط يدعى ماكس ، وقد تم تحديد هوية أكثر من ٥٠ حالة لهذا المرض منذ أربع سنوات فى حديقة الحيوان، فى حيوانات شملت الأسد الأمريكى والفهد الصياد والنمر الأمريكى. ويبدو أن المرض قد استشرى من جراء تناول طعام لحيوانات أليفة يحتوى على لحم ملوث بميكروبات هذا المرض . ولكن هذا اللحم لا ينقل المرض إلى كل أنواع تلك الحيوانات المفترسة، إذ تبدو الأسود والنمور منيعة ضد المرض ، بالرغم من أنها التهمت كميات كبيرة من هذه اللحوم الملوثة بالميكروب .

وإذن، فمن أين نشأ هذا الميكروب ؟ أممكن أن يكون قد عاش قرونا ثم غاب ببساطة؟ فقد كانت هناك حالة مشوقة حدثت فى عام ١٨٢٩ فى فرنسا ، حيث نشر العالم الطبيعي بيرجر بيانا عن مرض يشبه كثيرا مرض «جنون البقر» وصدرت التقارير عن إصابة الثيران بالمرض فى تاريخ سابق للحرب العالمية الأولى ، وذلك فى

ضاحية «البحيرة» الإنجليزية، وقد تتابعت تقارير عن حالات «جرب الأغنام» فى الماشية ، شـوهدت في كـورنوال منذ سنوات، وعن أبقـار ذات سلوك غـيـر طبـيـعى فى جنوبى إنجلترا، وقد تعلمنا أن المرض نشأ من علف الماشية الملوث بميكروب «جرب الأغنام» ، ولكننى لا أريد أن أفقد مشهد إمكانية العدوى من جثة بقرة مصابة بميكروب ضعيف للمرض انتشر للقطعان الأخرى، فاستؤنس وصار جزءاً من الخليط الجينى . عرف العلماء لسنوات عن أمراض عديدة إسفنجية تصيب الإنسان .



شكل (٢٥)

مجهر ليوفنهوك الرائد

اكتشف أنتونى فان ليوفنهوك دنيا الكائنات الدقيقة مستخدما مجاهر صغيرة مثل هذه (كل منهم فى حجم طابع بريد)، وبعد عمله فى تجارة الملابس وكموظف رسمى فى المجلس البلدى ، انتقل اهتمامه إلى المجهريات وهو فى الأربعين من عمره ، وبالرغم من بدايته المتأخرة، قضى الخمسين سنة التالية فى عمل ملاحظات تفصيلية على الحياة المجهرية .

وكان العلم قد عرف منذ سنوات عن أمراض تصيب الإنسان وتحيل المخ إلى نسيج إسفنجي، وأفضل الأمراض المعروفة هى مرض كرويتزفلد - جاكوب ، الذى قام الباحثان الطبيان د. كرويتزفلد (الذى سجل الحالة الأول فى ١٩٢٠) ، والأستاذ جاكوب، الذى تابع دراسة حالات مرضى آخرين بذلك المرض . وبعيدا عن المجموعات الثلاثة لهذا المرض الذى تم تسجيله فى ليبيا وسلوفاكيا وشيلى ، والمعروف بحدوثه واحد أو اثنين من كل مليون من الآدميين، وهذا هو نفس ما يحدث فى بلاد مثل إنجلترا (حيث يوجد جرب الأغنام والماشية) واستراليا (حيث لا يوجد هذا المرض)، مما يفترض أن مرض كرويتزفلد-جاكوب لم يلتقط من عدوى بمرض جرب الأغنام والماشية حتى مع تشابه أعراض المرضين . فهل ربما كنا قد استخففنا بحدوث ذلك المرض فى الماضى؟ إن الشرائح المجهرية المجمعة من الماضى يمكنها أن تساعد فى الإجابة عن هذا السؤال الأساسى . قد يفيد هذا الموضوع حصر لقطاعات المخ الموجودة لتجلى ما إذا كان هناك مرضى بذلك المرض أم لا . وقد قام د. جاريث روبرتس من شركة سميث كلاين بيتشام للصناعات الدوائية بفحص ٨٠٠٠ قطاع فى المخ - معظمها من مجموعة كورسيلليس بمستشفى رانويل، بمقاطعة إسيسكس - وتم تضييق هذا العدد إلى ١١٠٠ شريحة من أشخاص ماتوا بفعل العته ، فوجد دلائل مجهرية على الإصابة بهذا المرض فى ١٩ حالة، ١١ منها تم تشخيصها خلال حياتهم و ٨ منها حدث إخفاق فى تشخيصها . وقد تكون هى الصورة الجديدة من هذا المرض الذى يصيب الادميين منذ سنوات، وكانت هناك حالات لم يتم تفسيرها فى الماضى ، لم ينجح الأطباء فى تحديدها .

ونسمى هذا المرض «النوع الجديد من مرض كرويتزفلد - جاكوب»، وتبدى هذه التسمية المرض بما يكفى للشعور بأنه ملغز. ولا أصدق أن ذلك يمكن تبريره لأنه لكى يكون المرض مشتقا من مرض موجود، فالمتغير «الجديد» يجب أن يكون مرتبطا بأى مرض يشبهه شبها وثيقا ، وإلا فيمكنك كذلك أن تصف الكلب الصغير جدا (من نوع الشيهاهوا) كمتغير جديد للقطيطات. وهناك مرض يشبه إلي حد بعيد مرض «كورو» أو المرض المبتسم للناس الأوائل الذين عاشوا فى بابو بغينيا الجديدة؛ فقد امتلكوا علاجات عشبية من الغابات عالجوا بها الأمراض ويعلمون كثيرا عن الاستخدامات للأدوية النباتية، ولم يمكن علاج أحد هذه الأمراض بالأدوية التقليدية السائدة فى الغابات المطيرة. وكانت أعراضه شبيهة بأعراض الملاريا، تظهر على المرضى بشكل

رعشة وصعوبة الإمساك بالأشياء أو المشى، وبعد أشهر قليلة لا يستطيعون حتى الوقوف ، فيرقدون وأعينهم تحملق، وأحيانا يبتسمون ابتسامة عريضة مخبولة ، ولكنهم يكونون غير قادرين على الاتصال بغيرهم، حتى تدركهم الوفاة، وقد كانت تلك نهاية مأساوية ورهيبة . وقد أطلق عليها السكان المحليون اسم «الموت الضاحك» ، كما قيل للمستكشفين أن هؤلاء المساكين كانوا يرتجفون قائلين «كورو» باللغة المحلية، ولذلك ، عرف المرض بهذا الاسم لدى علماء الغرب ، فقد أهلك الجزء الأعظم من سكان القرى ، حيث كان ضحاياه يرون متدلّين من أسرّتهم ويزحفون عبر الغرفة أو يرتجفون ويبتسمون بغرابة فى فراشهم .

وقد نشر البروفسور شارلتون جادوسيك فى عام ١٩٥٩ أول أوصاف علمية للكورو، وفاز بجائزة نوبل للطب والفسيولوجيا فى عام ١٩٧٦، فقد أحب الطريقة التقليدية للحياة فى بابوا - بغينيا الجديدة، حيث كانوا يعيشون فى مجتمعات تمارس الشذوذ الجنسى مع الصبية ، وفيما بعد، قبض عليه بتهمة الولع بالأطفال ، حين نقل نفس العادات إلى أمريكا .

خلال إقامته المؤقتة بسجل أن القبائل احتفلت بموت أقاربهم الأكبر سنا، يتم بفتح جمجمة هؤلاء الأشخاص المتوفين حديثا، ويتم بالتهام المخ أو بتلطيخ أجسامهم به، وقد تسبب هذا المرض فى وفاة أكثر من ٢٥٠٠ ضحية فى المرتفعات الشرقية لبابو بغينيا الجديدة بين عام ١٩٥٧ و١٩٧٥، بمعدل شخص من كل عام. وفى عام ١٩٦٠ بدأ حدوث المرض يقل بعد أن تم تجريم أكل اللحم البشرى، فلا توجد إلا حالة أو اثنتين، ولكن لا توجد وفيات لمرضى تحت عمر ٢٢ سنة، منذ عام ١٩٧٣، ولم تسجل حالة كورو واحدة لشخص ولو بعد عام ١٩٥٩. وهناك شائعات بأن الممارسات القديمة بدأت تعاود الظهور (هذا هو عصر تعبير الثقافة عن نفسها)، وبذلك يكون من المبالغ فيه الادعاء بأن مرض الكورو انتهى كلية، حتى مع دورة الزمن للقرن الجديد .

وعلي الرغم من أن أكل اللحم البشرى نادر فى الغرب، فقد انتقلت حالات من مرض كرويتزفلد-جاكوب من شخص لآخر من خلال نقل الأنسجة وخلاصاتها، ويتضمن ذلك :

- ترقيع القرنية فى مستشفيات العيون .
- زراعة الالكترودات التجريبية فى المخ .

- حقن خلايا المخ لعلاج الأمراض التى تسبب انحلاله .
- الأدوات المستخدمة فى العمليات الجراحية لعلاج الجهاز العصبى المركزى .
- إفرازات الغدد التناسلية فى الإنسان .
- هرمونات النمو فى الإنسان .

ويلاحق انتشار المرض خلال استخدام الأدوات الطبيةالجيدة التعقيم أو إدخال الهرمونات المستخرجة من غدد درقية مريضة بانتقاد لاذع . ويعتبر مرض كرويتزفلد – جاكوب مرض المخ الإسفنجى الوحيد الذى يوجد فى المجتمع الإنسانى. وقد اكتشف مرض أكثر ندرة فى فيينا عام ١٩٢٨، حيث سميت أعراضه المتزامنة «جيرستمان – شتراوسلر – سينكلر» باسم د . جيرستمان الذى كان أول من وصفه. وبعد ثمانى سنوات، وبمساعدة زملائه شتراوسلر وسينكلر، قام بنشر بحث عن تلك الأعراض المتزامنة لهذا المرض التى تستغرق ١٠ سنوات لتظهر ، فهذا المرض يعتبر غاية فى الندرة، حيث تحدث منه حالة من كل ٥٠ مليون شخص، وحتى المرض الأقل شيوعا منه فهو قاتل ويصيب أفراد العائلة، حيث يبدو أنه ناتج عن طفرة درامية نادرة ، ولهذا سمى باسم «الأرق الوراثى القاتل» .

نشأ أول اشتباه فى انتقال مرض الماشيةالبريطانية الجديد إلى الإنسان فى حالة فيكتوريا ريمر ذات الثمانية عشر ربيعا ، فى كوناه كواى التابعة لشمال ويلز، مريضة فى عام ١٩٩٤ وكذلك فى حالة موديس كالاجان البالغ من العمر ٣٠ عاما والمتوفى بمرض المخ الإسفنجى فى بلفاست خلال العام التالى . وقد تم حفر قبره بأمر السلطات لعمق ٩ أقدام بدلا من ٦، وقيل إن حفارى القبر قد ارتدوا ملابس واقية وقفازات مطاطية بينما كانوا يمارسون هذا العمل. وتوفيت جين ويك منسندرلاند فى سن ٣٨، كما توفى أطفالها ووالدتها إلى جانب سريرها. وكانت والدتها مسز نورا جرينهالج مقتنعة بأن الماشية المصابة بالمرض تسببت فى وفاة ابنتها، وقد كتبت إلى رئيس الوزراء لجذب انتباهه إلى اعتقادها ، وجاءت الإجابة من الآنسة راشل روبرتس، السكرتيرة الخاصة لرئيس الوزراء، حيث اقتبست منها جريدة التايمز العبارات «أحب أن أوضح أن الآدميين لا يصابون بمرض «جنون البقر» بالرغم من وجود أمراض مشابهة لتلك التى تحدث للآدميين وعرفت منذ سنين عديدة» ؛ فكتبت ترد على هذه الرسالة «يجب أن أعيد التأكيد عليكم أنه لا يوجد دليل يفترض أن أكل اللحم يسبب

هذا النوع من المرض فى الناس». وبحلول عيد الميلاد فى عام ١٩٩٧ بلغ عدد المتوفين الكلى ٢٣ شخصا نتيجة لهذا المرض. وفى ٢٦ مارس ١٩٩٨ (بعد مرور عامين على الرفض النهائى للحكومة البريطانية لوجود المرض الجديد) ، تأكدت الحالة الرابعة والعشرون. وخلال الفترة التى كان المرض مخفيا عن الجمهور ، ظل العلماء العاملون فى هذا الحقل مصرين على أن هناك القليل من الأدلة ولا يوجد دليل على وجود خطر العدوى، ومن ذلك التصريح، قام نفس العلماء بتحذير الناس من وباء «التمسك بحرفية المعلومات» ، وهذا ما أشك فيه ، لأن حدوث ٢٤ حالة خلال أكثر من أربع سنوات تجعل هذا المرض الجديد واحدا من أندر الأمراض وجودا، وبينما يخشى المتحدثون الرسميون على مستقبلهم الوظيفى من إعلان حقيقة الأمر، فلا أقيد نفسى إلا بالقوانين البسيطة لعلم الأحياء- فمثل هذا الحادث البسيط غير المصحوب بتصعيد بعد مثل هذه الفترة الطويلة، لا يثير بالضرورة اهتمامى .

ونحن نواجه مخاطر أكثر خطرا كل يوم من أيام حياتنا، بعمل أشياء خطرة، كصعود ونزول السلم أو قيادة السيارات، هل تقود سيارة؟ إذن، ففرصتك فى الإصابة الخطيرة أو القتل أكبر ١٠٠٠ مرة من تلك الوفيات المأساوية التى تحدث للصغار من جراء تناول لحم البقر. هل تسافر بالقطار؟ هناك فرصة لأن تقتل فى حادثة قطار خلال سنة، أكثر عشر مرات.ويبقى اقتناعى بأنه يمكن تبرير تسمية المرض الجديد «نوع جديد من مرض كرويتزفلد – جاكوب» ، فمرض «كرويتزفلد – جاكوب» تختلف أعراضه المتزامنة بعلامات وأعراض متخصصة تميزه. ففى حالة المرض الثانى يكون فقد الذاكرة علامة مبكرة، بينما فى المرض الجديد يظهر القلق والاكتئاب لغير سبب أولا ، ويموت ضحايا المرض التقليدى خلال ستة أشهر، بينما فى الحالات الجديدة عاشوا لأكثر من سنة. وكان المظهر المجهرى للحالات الجديدة مختلفا عن ذلك الذى شوهد فى المرض التقليدى، وينتشر عادة أكثر فى قطاعات المخ من انتشاره فى ضحايا مرض «كورو» .

ويبلغ متوسط عمر الضحية عند ظهور مرض كرويتزفلد – جاكوب فوق ٦٠ عاما، بينما يبلغ ذلك المتوسط فى حالة المرض الجديد أقل من ٣٠ عاما . لم تتوفر الكثير من الأدلة على افتراض أن البروتينات المعروفة بإسم «برايونات» يمكن أن تكون السبب فى مرض «المخ الإسفنجى» ، ويقول أحد التعاريف التى صيغت فى وقت مبكر إن هذه البروتينات اشتقت من بروتين مقاوم للتحلل بفعل إنزيم «البروتييز» ، وتلى هذا التعريف

وصف أكثر حداثة، نشر فى أبريل ١٩٩٦ ، قال بأن هذه البروتينات (البرايونات) أتت من جسيم بروتيني معدى، وأنا أشك فيما إذا كان التأصيل اللغوى الأخير لتسمية (البرايونات) يحمل أى دلالة للمسمى على الإطلاق ، فكل جرثومة تعد جسيما بروتينيا معديا، فالمشكلة فى البرايون أنه يقاوم الإنزيمات العاديةالتى تحلل البروتينات «البروتييزات»، وهذا هو السبب فى صعوبة تدمير هذه البرايونات ، فهى تنتج فى خلايا المخ الطبيعية، حيث تتم ترجمة الشفرة فى الجين الذى ينتج بروتين البرايون إلى بروتين رنا – الرسول لتركيب الجزيئات وتخليق البرايونات . وتفترض هذه النظرية فشل بعض صور بروتين البرايون فى الانثناء الصحيح، ولكنها تنمو بزوايا غير اعتيادية ، ينجم عن ذلك تلف خلايا المخ. يوجد فى كل خلية آدمية ٢٣ زوجا من الكروموزومات ، حيث تستقر الجينات التى تخلق البرايونات على ذراع قصير للكروموزوم رقم ٢٠، وتوجد طفرات وراثية معروفة مسبقا فى هذه المنطقة، بعضها يرتبط بمرض الإنسان، وأحدها كان يوجد فى عديد من العائلات مصابة بالأرق الوراثى القاتل .

ما هى الدروس التى يمكن تعلمها من أزمة مرض «المخ الإسفنجى» ؟ وماذا ينبغى أن يكون عليه هدفنا إذا كنا سنتجنب مثل هذه المخاطر الرهيبة فى المستقبل ؟ وخاصة أن لأمراض المخ الإسفنجى بعض الخصائص المشتركة مع غيرها من الأمراض ، كمرض عته الشيخوخة (الزهايمر) ، ففى بعض حالات هذا المرض، نجد أدلة على مادة مثل المادة التى يتكون منها بروتين الأميلويد. ويبدو أن هذه المادة تنتج كخطأ حدث فى إنتاج مركب (رنا – الرسول) ، حيث يبدو أن إلغاء قاعدتى الجوانين والأدينين الآزوتيتين هو المتسبب فى هذا الخطأ، وقد نجد أن قدرتها على سَلْسَلَة الجينات ستساعد فى إلقاء الضوء على أسباب أمراض رهيبة كهذه، فمرض عته الشيخوخة (الزهايمر) مرض شائع جدا ، وفى بريطانيا وحدها تحدث وفاة بهذا المرض كل خمس دقائق، فهو مثل الطاعون فى المجتمع المعاصر لأنه يهددنا جميعا .

وقد يعلمنا البحث العاجل فى مرض جنون البقر وأمراض المخ الإسفنجي للآدميين دروسا يمكن تطبيقها علي الحالات الأخرى ، فإذا كنا بصدد تجنب مزيد من الكوارث فى المستقبل ، فعلينا بالتأكيد أن نتعلم بعض الدروس من سلبيات مناخ السرية والتخطيط غير الكفء . وفى اعتقادى أن النتائج التى ينبغى أن نستهدفها مدرجة فيما يلى :

لإبعاد خطر الأمراض التى تتسبب فى إسفنجية المخ، يتحتم علينا أن نوقف الالتفاف حول الحقائق، فينبغى ألا يعاد البحث مرة أخرى فى ذبح الحيوانات قبل أن تظهر عليها الأعراض، ولكن يقضى عليه بالإجراءات التالية :

● استعادة الانفتاح فى العلم والطب: فلم يسق أبدا أن تدخلت الحكومة بهذه الدرجة من الخطورة فى المناقشة الحرة للنتائج -فكانت دائما تناقش بانفتاح كامل - مثل أضرار الدخان والمشاكل التى تنجم عن الدهون المشبعة - ويترك للناس تقرير مواقفهم بأنفسهم .

● تسهيل الوصول إلى المعرفة: يتحتم على العلماء التعبير عن وجهات نظرهم مباشرة وعلى الملأ، فقد أخفيت حقيقة مرض المخ الإسفنجى عن الجمهور، وفى بعض أجزاء العالم من المحظور أن يذكر الشخص حتى لشريكه فى العلاقة الجنسية أن فردا أصيب بمرض نقص المناعة المكتسب (الإيدز) . وإذا كنا نحتاج فى مثل هذه المناطق إلى قوانين، فيجب أن نؤكد على معرفة الحقائق لا إخفائها، فحياة الناس تتعلق فى الميزان من خلال تنامى هذا النوع من فرض السرية .

● أن يكون مفهوما أن ابتكار المعرفة ، والحكمة، والبصيرة هو المبدأ الذى يسترشد به فى البحث العلمى : فقد أصبح خلق الثروات هو الضوء الذى يهتدى به تمويل العلم الحديث ، رغم أنه لا علاقة له بذلك ، فالطمع يشكل آفة للعلم .

● ولإنجاز مثل هذه القفزة الكبيرة : نحتاج إلى نموذج ينقلنا بعيدا من فلسفة «أسدل الغطاء وتصرف تصرفا طبيعيا» ، فإذا توفر لدينا تقدير اعتبارات الصحة العامة وحسن النية، فيجب أن يقضى على تهديدات الأوبئة عند ظهورها ، ويجب أن ينطبق اقتلاع المرض على «المخ الإسفنجى» ، وعلى «جرب الأغنام» ، ويجب أن يمتد هذا الاقتلاع إلى ميكروب «السالمونيلا» فى الدجاج .

● يجب أن يكون العلف خاليا من الجراثيم: فنحن لا نتحمل الطعام الملوث بالميكروبات فى المنزل، ببساطة ، لأن عددا كبيرا من الناس فى العائلة يمرضون بتأثير هذا الطعام، ونحتاج إلى طعام صحى فى جميع الأوقات، وكذلك تحتاجه حيوانات المزرعة، فتكلفة التعقيم لا تشكل إلا حدا أدنى من جملة تكلفة العلف، ويسهل الحصول على علف خال من الجراثيم .

- يجب ألا نحتمل عبء الأمراض الفتاكة لفترة أطول من هذا: فهناك منظور شاسع للظروف التى تسبب معاناة بليون شخص ، ويجب أن تتجه الجهود إلى تجميعها فى شبكة من فهم لتلك الظروف .

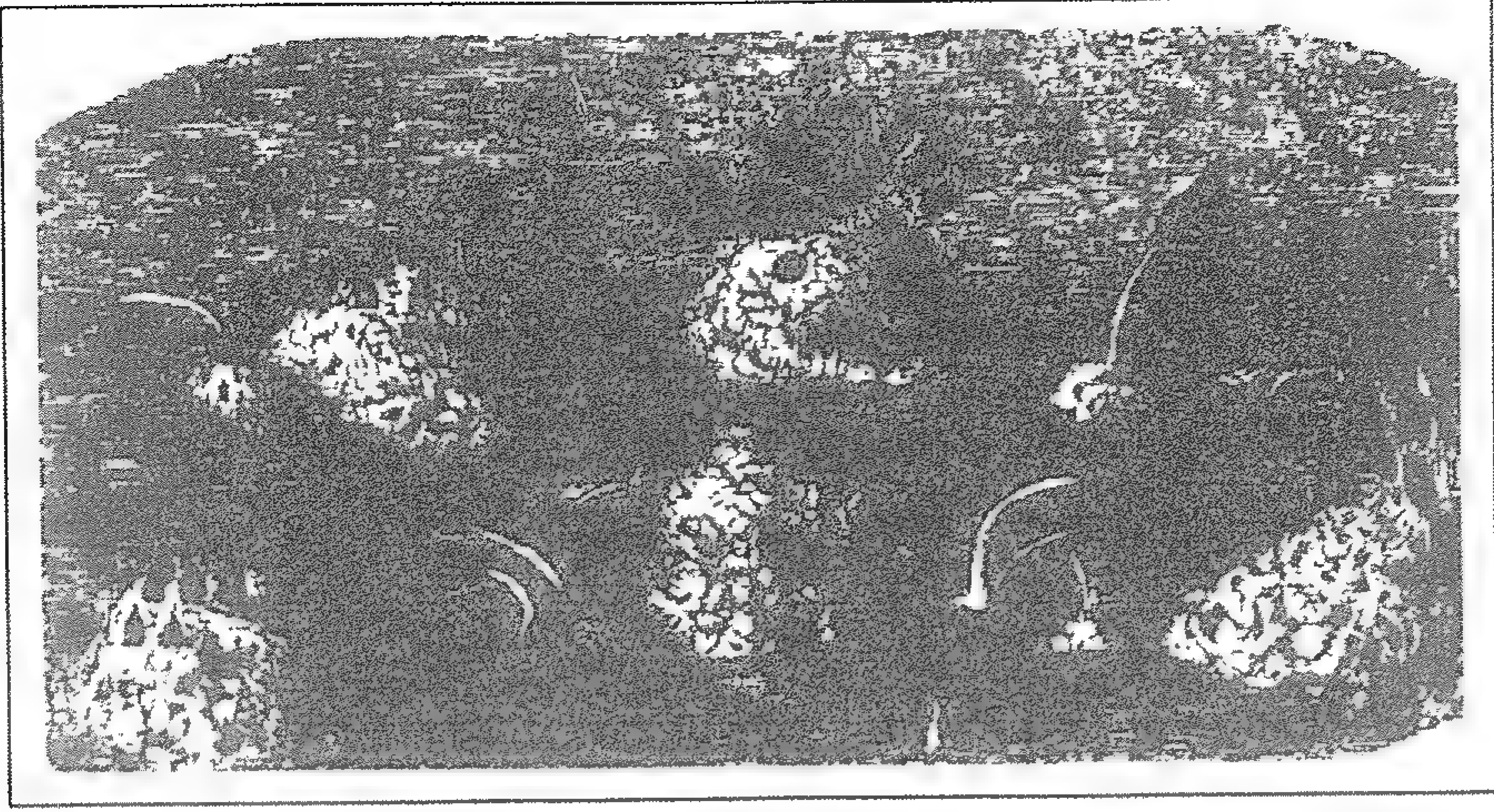
- يستلزم نقاد البحث نقاء فى التمويل: ويمكن للخصخصة العمل فى مجالات الأرصاد الجوية أو طبيعة الطاقة العالية، حيث يكون هناك ناتج منتظر ، ولكن العلم الذى يعتمد على الخيال ، والذى يقوده الفكر، يتطلب تمويلا متواصلا خاليا من الضغوط التجارية . وعلى أية حال ، فإن تكلفة البحث العلمي فى مجال علوم الحياة ليست مرتفعة، وهناك الكثير مما يتحتم علينا أن نتعلمه من تفشى الأوبئة المشئوم، فقد تدخلت الحكومة البريطانية فى النشر العلمى العام من خلال الرقابة على نشرات الأخبار وتلطيف الحقائق لكى تحمى أولوياتها . ولم تكن حقيقة احتمال وجود الأخطار لتبرر ضرب نطاق من السرية على الإعلام بها ، فنحن نتعرض لهذه الأخطار كل يوم؛ فتناول الطعام فى حد ذاته محفوف بالمخاطر، وكان دائما كذلك ، وقد تختنق عند ابتلاعك زيتونة، أو تصاب بسرطان من تناول الكرفس أو بنوبة قلبية من تناول الحلوى، فهناك كيماويات تسبب السرطان فى نبات الرشاد وفى السمك المدخن ، ويكمن خطر الموت فى علبة من الجعة المعتقة. وتعنى الحياة أننا نموت، ولا يجب السماح لاهتمامنا بأن نستسلم لخوف لا مبرر له ، فتناول كميات كبيرة جدا من الطعام يهددك بالبدانة ، بينما يمكن أن يعرضك القليل جدا منه لفقد الشهية. ويحفل التاريخ الإنسانى بنقص الغذاء والاعتقادات النمطية حول الحمية .

وفى النهاية ، يدين العلم للجمهور بالأمانة والاستقامة فى المكتشفات، وبينما يتطورالمجتمع ، فسوف تظهر أمراض جديدة من صنعنا ، وينبغى أن توضح الحقائق كأولوية أولى ، ويجب فى المستقبل ألا نسمح لحقائق العلم بأن تفسد بواسطة نفعية الحكومات، فهى لا تستمر طويلا .

(٧)

الميكروب الطيب

أساء إلينا باستير إساءة بالغة، ولا أخاله تعمدها، ولكن نظريته عن الميكروبات أورثتنا الخوف منها، وتركت لدينا الانطباع بأن الميكروب هو جرثومة، تسبب المرض. تذكر ما قلته قبلا في الفصل السابق عن جراثيم المرض ؛ من حيث أنها «كائنات خارجة عن النظام»، وكذلك هي . فالأغلبية العظمى من الميكروبات غير ضارة ، وقد توجد كائنات دقيقة أكثر بكثير من تلك التي تسبب الأمراض تكون مفيدة للصحة، ولذلك تسمى ميكروبات المرض «ممرضة» . وفي مقالة كتبتها للمجلة الأمريكية «الطبيعة» عام ١٩٧٥ ، قدمت مصطلحا جديدا للكائنات التي تجعلنا أصحاء لتقابل مصطلح «الميكروبات الممرضة»، فاقترحت تسميتها الميكروبات «الصحية». ويجب ألا تضللنا الفكرة القائلة بأن الميكروبات مضرة لنا ، بل على العكس، فهي هامة للحياة، فلم إذن هذا الربط القوي بين كلمة «جرثومة» وبين المرض؟ فهذه الكلمة «جرثومة» تعني ماهية كائن حي وليس مصدرا غير صحي، وقد أشارت أسبق استخدامات هذه الكلمة تبكيرا إلى هذه الخاصية التي تعني انبثاق حياة جديدة ، وفي الأدب الإنجليزي، ظهرت كلمة «جرثومة» مطبوعة لأول مرة في عام ١٦٤٤، وكان كل استخدام لهذا المصطلح بعدئذ يعتبر الجرثومة مصدرا حيا تتولد منه كائنات جديدة، فالخلايا الجرثومية هي خلايا متكاثرة، ويعني اصطلاح «جرثومة الفكرة» البذرة الأساسية التي تنبثق منها هذه الفكرة، كما أن مصطلح «الإنبات» يعبر عن انبثاق حياة جديدة ، و «جرثومة القمح» هي الجنين الذي تحتوي عليه كل حبة ، والذي هو مركز تكاثر النبات . وكذلك فلا ينتمي أحد هذه الاستعمالات المعتادة للكلمة لأي شيء سلبي، أو ضار ، وكانت الاستعمالات الأسبق لهذا المصطلح أقرب للحقيقة من المعنى الأضيق الذي نلصقه اليوم بهذا المصطلح .



شكل (٢٦)

أول تسجيل للفطر المتطفل

فى كتاب هوك «الميكروجوافيا» ظهرت رسومات عديدة للفطريات، حيث يبدو رسمه لفطر الخبز الذى لا لبس فيه ، يظهر هذا الشكل دراساته للعفن الموجود على أوراق الورد، وهو فطر الصدأ ، وعلى الرغم من أن تفاصيل نشوئه لم ترسم رسما صحيحا على الإطلاق، فإن تفاصيل التركيب الأساسى للفطر واضحة بدرجة ملحوظة .

حين رأى تاجر الملابس الهولندى أنتونى ليوفنهوك كائنا مجهريا لأول مرة فى عينة من ماء بحيرة جمعها من بيركليز مير فى أواخر أغسطس ١٦٧٤ كتب وصفا يفوق إحساس العجب الذى مارسه فى هذه التجربة. وإليك هنا ملخصًا لهذا الوصف . فقط، إقرأ الإثارة والبهجة عند اللحظة التى اخترع فيها ليوفنهوك علما جديدا – ألا وهو علم الأحياء الدقيقة :

«بينما كنت أمر مؤخرا على تلك البحيرة، كانت الرياح تهب بقوة، وعند رؤيتى للمياه كما وصفت سابقا، أخذت قليلا منها فى قنينة زجاجية ، وفى اليوم التالى، فحصت هذا الماء ، فوجدت فيه جسيمات أرضية متنوعة طافية وبعض الأشرطة الخضراء، ملتوية بشكل لولبى يشبه الثعبان، ومرتبة بنظام يشبه نظام ترتيب الديدان التى تنمو على الصفيح أو النحاس ، حيث اعتاد مقطروا الخمور تبريد خمورهم بينما

يقومون بتقطير كميات أخرى من هذه الخمور ، ويبلغ المحيط الكلى لكل من هذه الأشرطة السابق ذكرها سمك شعرة رأس واحدة، ولكن كانت تلك الأشرطة مكونة من كريات صغيرة جدا خضراء ومرتبطة معا، وكانت هناك كريات أخرى صغيرة بالإضافة لما تقدم. وفضلا عن ذلك، فقد كانت توجد الكثير من الحيوانات الصغيرة جدا التى لم يمكن رؤيتها من قبل بدون مجهر، كان شكل بعضها يميل إلى الاستدارة، بينما الأخرى كانت أكبر قليلا، وتتكون من مخروط، وبالنسبة للأخيرة فقد رأيت رجلين اثنتين صغيرتين قرب الرأس، وزعنفتين صغيرتين فى نهاية مؤخرة الجسم، وكانت الأخيرة أطول نوعا ما من الشكل المخروطى، وكانت هذه الكائنات تتحرك ببطء وبأعداد قليلة. واختلفت ألوان هذه الحيوانات المجهرية الصغيرة، فبينما يميل لون بعضها إلى البياض ويشف عما خلفه، كانت الأخرى ذات حراشيف صغيرة خضراء شديدة التلألؤ، وثالثة كانت خضراء الوسط وبيضاء المقدمة والمؤخرة ، وأخرى كانت رمادية، وكانت حركتها فى الماء سريعة جدا لأعلى ولأسفل وفى دائرة حولها، مما كان عجيبا أن تراه : وأنا أحكم بأن بعضا من هذه المخلوقات الصغيرة أصغر ألف مرة عن أصغر الكائنات التى رأيتها ، على قشرة الجبن وفى دقيق القمح وما أشبه» .

وإذا كانت توجد حقيقة مثيرة واحدة فى حياة ليوفنهوك ، فهى أن اهتمامه كان قليلا بالميكروبات المرضة، وقد انتقده عدد من المعلقين لضيق أفق رؤيته، حيث يعتقدون أنه كان يمكنه إطلاق نظرية الجراثيم المرضية قبل باستير بعدة قرون . ويمكننى أن أجد القليل من التبرير لهذا الرأى ، إذ أن فكرة العدوى نشأت قبل ليوفنهوك بفترة طويلة، فهى مذكورة فى الإنجيل ، كما وصف الجذام فى كتاب ليفيتيكوس (سنة ٧٠٠ قبل الميلاد)، كما ذكر الفكرة القائلة أن الإصابة بهذا المرض قد تكون معدية . وقد كتب مؤلف الموسوعات الرومانى ماركوس تيرينتياس فارو (سنة ١١٦–١٢٧ قبل الميلاد) عن إمكانية انتشار «جراثيم» المرض حوالى سنة ٥٠ قبل الميلاد، وفى سنة ١٨٤٣ تم وصف وباء فى فلورنسا، حيث عزى تفشيه إلى عامل غير مرئى فى الملابس التى يلبسها المرضى بهذا الوباء. وكتب هذا الوصف جيوفانى بوكاشيو (١٣١٣–١٣٧٥) فى كتابه المشهور «ديكاميرون» . وفي عام ١٥٤٦ نشر جيرولامو فواكاسترو (١٤٧٨–١٥٥٣) كتابه عن العدوى فى فنيسيا، الذى أرسى أسس نظرية الجرثومة ، حيث كتب: «تنتج عن التكاثر السريع لعوامل دقيقة يمكنها أن تنتشر بثلاث طرق : أولها الملامسة المباشرة ، وثانيها عن طريق وسيط حامل مثل الملابس الملوثة ، وثالثها

عن طريق الهواء. وكتب أثناسيو كيرشر (١٦١٠-١٦٨٠) ٤٤ كتابا ، تضمنت كذلك كتابا عن العدوى فى ١٦٥٨ ، أشار فيه إلى أن مرض «الرائحة الكريهة المعدى» يتضمن أجساما حية مجهرية، وكتب مستخدما مصطلحات غامضة، يصف بها «جراثيمَ» غاية فى الدقة واللطف والخفة» ، يمكنها دس أنفسها فى الألياف الداخلية للملابس» وكان بيير بوريل فى عام ١٦٦٥ قد كتب أن «الديدان» الدقيقة وجدت فى دم الناس الذى يقاسون الحمى، ثم صدرت طبعة ثانية عن عمل كيرشر فى ١٦٥٩ ألفها كريستيان لانج (١٦١٩-١٦٦٢) . منح فيها نظرية الجرثومة المرضية تعزيزا إضافيا فى وجدان الناس ، وفى ذلك الوقت الذى نظر فيه ليوفنهوك فى المجهر لأول مرة ، حينما كان فى الأربعين من عمره ، أصبحت فكرة الجراثيم الخطيرة قديمة قدما ملفتا للنظر ، وانتشرت على نطاق واسع . ويبدو فى الحقيقة أن ملاحظته للحيوانات المنوية فى السائل المنوى للإنسان قد نتجت عن الفكرة بأن هذه الحيوانات كانت المسببة لمرض السيلان .

وأعتقد أن ليوفنهوك كان يعى تماما أن الميكروبات قد تسبب المرض، ولكن رؤيته كانت أكثر توازنا: فالميكروبات التي كان يفحصها كانت جميلة ومشوقة بدرجة مدهشة، كانت هى الجديرة بالدراسة، فإذا كانت هناك جراثيم مرضية ، فكانت ستختلف عن تلك الجميلة المشوقة. ولم يكتب عن الميكروبات المرضة لأنه لم يدرس أيا منها. وإذا كان هذا هو التعليل الصحيح لموقف ليوفنهوك فتكون رؤيته لعالم الميكروبات أكثرتوازنا من الطريقة التى نظر بها العلم إلى الميكروبات منذ أكثر من ١٠٠ سنة. وفى الحقيقة، فإن الأغلبية من الكائنات حول العالم هى ميكروبات معظمها أعضاء نافعة فى المجتمع العالمى . وهذه هى الكائنات التى نحتاج أن ندرسها إذا كنا سنتمكن يوما من معرفة كيف تعمل البيئة . وكان ليوفنهوك أول من درسها . وفى القرن السابع عشر أشار ليوفنهوك إلى الطريقة التى يتحتم بها علي العلم أن ينظر إلى الحياة فى القرن الواحد والعشرين، فيجب أن ينظر إلى الميكروبات بعقلانية أكثر على أنها قوة جبارة قادرة على النفع العام، فهى توجدفى مختلف البيئات أكثر من وجود أى صورة أخرى للحياة، وفى الحقيقة، فإن أعدادها التى تحملها معك أكبر بكثير مما قد تتوقع .

وربما تكون قد استحممت منذ قليل ، واستعملت صابونا أو مركبا غرويا ليتخلص جسمك من البكتريا التى تجعل رائحتك كريهة – كما يقولون– وتمرضك أيضا . حسنا،

دعنا ندور دورة قصيرة حول جسمك وننظر إلى الميكروبات التى تحتشد فى تلك الدورة، فى كل من الداخل والخارج ، ولا يهم كيف هرشت نفسك بقوة ، فإنك مغطى بالبكتريا ، ومعظمها صديقة ، فهناك تريليونات من البكتريا غير الضارة ، معظمها يوجد بصورة طبيعية على بشرة الإنسان غير المريض ، كما أن هناك أعدادا ضخمة من البكتريا الكروية تنمو فى حزم أنيقة مكعبة الشكل ، تتكون كل منها من ثمانية خلايا بكتيرية. ويمكنك كذلك أن تجد أعدادا لا حصر لها من مجموعة البكتريا المسببة للدفتريا وكتلا من ميكروبات الخمائر المعتاد وجودها على فروة رأسك ، والتى تستهلك الدهن الزيتى الذى تفرزه فى كل ثانية من الحياة. وتشكل هذه الكائنات والعديد من غيرها مجتمعا مركبا يقاوم مجهوداتنا القليلة فى الحفاظ على الصحة، فمعظم ما تقوم به من غسيل واستحمام ليس له إلا تأثير قليل على هذه الكائنات التى حولها ، والتى تفوق أعدادها تعداد كل سكان العالم .

وهناك بلايين أكثر من الميكروبات المسببة للدفتريا حول أعضائك التناسلية، وأخرى من أقرباء جرثومة السل، كما يوجد داخل أنفك كثير من نفس الأنواع ، التى تفضل هذه البيئة الرطبة. فإذا عدنا للوراء فى اتجاه الحلق ، نجد العديد من الميكروبات العقدية ، وأبناء عمومتها التى تسبب التهاب السحايا ، من المعتاد جدا وجودها فى فتحات الأنف ، وعلى طول الخط مع الكائنات التى يمكن أن تسبب مرض الصدر والتى كان يعتقد أنها تسبب الانفلونزا (حتى اكتشف الفيروس المسبب لها)، والميكروب المسبب للالتهاب الرئوى . ويعمل التركيب الخلقى للفم والأنف على السيطرة على معظم الكائنات التى قد تدخل إلى رئتيك ، لذا يكون محتوى الرئتين خاليا بدرجة ملحوظة من الميكروبات فى الأصحاء ، لأن شعبتى القصبة الهوائية مكسوتان بطبقة من خلايا تتحرك حركة دائمة ومغطاة بأهداب تضرب لأعلى بدون توقف ، مسببة تيارا من المخاط الذى يرتفع إلى الحلق باستمرار ، دافعة معها أى بكتريا تقتنص على هذه الطبقة ، وتبتلع مع اللعاب ، حيث تواجه بحمام حامضى فى المعدة .

أما فى البيئة المائلة للقلوية لمهبل البنات الصغيرات والسيدات اللاتى فى سن اليأس ، فتكمن طائفة ضخمة من كائنات البشرة ، حيث توجد الأنواع المعتادة من البكتريا المكورة العقدية والعنقودية والعقدية مصحوبة بالخمائر وبكتريا مجموعة القولون . وينتج العديد من مركبات تسيطر على الميكروبات المرضة، فهى حقا كائنات مفيدة تحافظ على صحتنا، وخلال سنوات خصوبة المرأة ، تصبح بيئة المهبل حامضية

بدلا من قلوية، وتتغير مجتمعات الميكروبات لتتواءم مع البيئة الجديدة المختلفة. فتسود بكتريا تجبن اللبن في مهبل السيدات البالغات، وهي كائنات تتكاثر كذلك من خلال عمليات إنتاج الطعام الموائم لحياتها، وهو المصنوع من الكرنب والعلف المخمرين والمخللات وكذلك الجبن . وتوجد أعداد كبيرة من البكتريا بشكل مضرب الكرة من جنس يشمل أنواعا تمرض الحيوانات المزرعية مثلما تسبب الأمراض للإنسان ، كما يشمل على مجموعة من الميكروبات السبحية وبالذات الأنواع التي يمكنها الحياة بدون الأكسجين ، وأما الخمائر فتفضل غالبا البيئة الحامضية ، وهذا هو السبب في أن السيدات في بعض الأحيان يقاسين من الحمى القلاعية ، إذا ما خرج هذا الكائن عن حالة التوازن مع جيرانه. ويستقبل الفم ميكروبات جديدة مع كل نفس يأخذه، لا سيما وأنه غني في البقايا المغذية التي هي عبارة عن خليط من جزيئات الطعام والخلايا الميتة التي تتساقط بمعدل ملايين على بعد قليل من الأغشية المخاطية التي تبطن الفم واللثة، حيث تشكل بيئة مثالية للميكروبات ، ذات إمدادات لا تنتهي من الطعام والماء. والأكسجين المتحرر ودفء مثالي للنمو. وتغطي البكتريا من جنس «ليبتوثريكس» – والتي تشبه الشعر الناعم – الأسنان، كما تتحرك كائنات دقيقة لولبية الشكل بسرعة إلى الداخل والخارج، وهي تشبه البكتريا الملتوية، وغير ضارة، وإن كانت من قريبات الميكروبات المسببة لمرض الزهري . وهناك خمائر كثيرة تتكاثر بين الأسنان. وقد تستخدم فرشة الأسنان لمدة ساعة، أو طوال الليل، ولكنك لا تحصل إلا على تأثير ضئيل على هذه الكائنات ، رغم أنك تعتمد عليها من أجل صحتك ، وعليك أن تواجه أن هذه الميكروبات تمكنت بفضل موقعها لتجميع الميكروبات وإمداداتها من كل شيء يمكن أن تحتاج إليه . وبهذا كان يجب أن يصبح فمك كتلة متعفنة ومتحللة من الميكروبات، كلها تصخب في طلب المزيد. وفي الحقيقة ، حتى لو عضضت لسانك، ربما تندهش كيف يندمل الجرح الناتج بسرعة وبدون ألم، والأسوأ من هذا ، أن معظم الناس يعانون من التهاب اللثة، وهو مرض مزمن يصيب اللثة وينتج عن تراكم الجير حول قواعد الأسنان. ولكن كيف تستمر صحة الفم العادي جيدة هكذا ؟ ليس السبب لأننا نتخلص من الميكروبات بالإجراءات التي تتطلبها صحة الأسنان ، ولكن لأن الميكروبات تعيش هنالك بتلك الأعداد التي يتعذر كبحها، ولكن هنالك أيضا الميكروبات الحامية والنافعة لنا، التي تحتشد بالبلايين وتعين على الحفاظ على صحتك، فلا يتسلل منها إلى الأمعاء إلا القليل ، لأنها تقتل في حمام الحامض القلوي الذي تموج به معدتك، وهو قوي بما

يكفى لإحداث ثقب فى البساط ، ويساعد علي تكسير الطعام وهو كذلك عامل هام فى قتل الجراثيم، والقليل من هذه الجراثيم يتحمل المرور خلال هذه البيئة المعادية ، ومع ذلك،فحين ندخل فى الأمعاء نجد أن مجتمع الكائنات يتغير بصورة درامية فتزداد أعدادها زيادة هائلة ، وفضلا عما سبق فنجد أن البكتريا فى ملء ملعقة من محتويات قولونك ، تزيد عن العدد الكلى من الأنواع المختلفة للحياة فى كل العالم ، ولكن ما هو مصدرها؟ إذ أن أمعاء الطفل حديث الولادة تكون خالية تماما من أى بكتريا، والكائن الوحيد الذى يمكنك أن تجده، موجوداً على بشرة الطفل وفى فمه، حيث توجد بكثافة، نفس الميكروبات الموجودة فى مهبل الأم ، وهذه ميزة لا ينوه بها كما يجب فى الولادة الطبيعية لأن تحصين الطفل يتم أثناء مروره خلال مخرج الولادة ، ليؤسس مجتمعا متوازنا من الميكروبات على بشرة الطفل، حيث يتحرك التوازن فى ظرف أيام قليلة، بين هذه الكائنات المجهرية ويصبح مماثلا للتوازن فى شخص بالغ. ويكتسب الطفل البكتريا نتيجة للتداول وكذلك من أنفاس الأبوين ، وبعدها سرعان ما يقوم الطفل العادى بالانفتاح على الحياة فى الهواء الطلق ، وفى نفس الوقت، تبدأ البكتريا فى التكاثر فى الأمعاء وينتقل القليل من بكتريا التجبن (جنس لاكتوباسيللس) من النوع (بايفيداس) من الفم، حيث أنه قادر على مقاومة حامض الهيدروكلوريك الذى لابد أن يمر خلاله فى طريقه للأمعاء ، ويشكل هذا النوع من البكتريا أغلب تعدادها فى أمعاء الأطفال الصغار، وتدخل معظم الأنواع الأخرى إلى الجسم من خلال فتحة الشرج وتبدأ فى النمو لأعلى ضد اتجاه حركة منتجات اللبن المهضوم ويستمر الطفل فى التخلص من الخلايا المعوية المتساقطة التى يصنعها باستمرار . وتتميز هذه المرحلة بتكوين المستعمرات ولا تنتهى إلا بعد الفطام، حيث يتم بصفة نهائية تأسيس مجتمع الميكروبات المعوية .

تتباين هذه الميكروبات المعوية تباينا كثيرا فى الإنسان ، كما أن هناك أعددا ضخمة من بكتريا القولون المعروفة باسم «إيشيريشيا كولاى» فى الثدييات آكلة اللحوم، بالرغم من أن هذه البكتريات تشكل أقلية فى أنواع الحيوانات آكلة الأعشاب . ففى فئران التجارب «خنازير غينيا» على سبيل المثال تشكل ميكروبات تجبن اللبن من جنس «لاكتوباسيللس» ٨٠٪ من البكتريا فى القناة الهضمية ، وبجانبها تنمو فى أمعاء الإنسان أنواع مختلفة متجرثمة مثل البكتريا الكروية والعصوية ، وتعداد ضخم من بكتريات الكلوستريديا وبالذات النوع المسمى «كلوستريديوم بير فرينجينز» المعروف قبل

ذلك باسم «ك. ويلشياى» بعد اكتشافه على يد «ويليام ويلش» (١٨٥٠-١٩٣٤) الأستاذ بمدرسة جون هوبكنز الطبية فى بالتيمور ، بميريلاند . وهذا النوع من أقرباء البكتريا المسببة للتسمم البوتشيلليني ومعروف ككائن يسبب الغنغرينا الغازية . وتنتشر ميكروبات (ك. بيرفينجينز) انتشارا واسعا فى التربة ، ولا سبيل إلى تجنبها . ومن حسن الحظ أنه يندر أن يسبب أى مشاكل وربما حتى يسهم فى تمتع حالتنا الداخلية بالعافية. ولا نعلم حتى الآن المدى الكامل من أعداد معظم البكتريات من مختلف الأشكال والأحجام، فيما بينها تساعد فى هضم طعامنا ، وتمدنا بالفيتامينات، وتحافظ عموما على صحة البيئة التى نستطيع فيها أن نهضم طعامنا ونمتص الناتج عن هضمه، وعندما نتناول المضادات الحيوية عن طريق الفم يحين الوقت الذى يجب فيه أن نتذكر أهمية هذه الميكروبات ، فهى تهزم بعضا من البكتريا وتبطل فاعلية مجتمعاتها ، فخلال فترة العلاج بالمضادات الحيوية ، تزداد الإصابة بالأمراض الفطرية ، مثل القوباء التى تنجم عن الفطر «كانديدا ألبيكانس» ، وكما رأينا تنتج الإصابة بميكروب «كلوستريديوم ويفيسيل» أيضا من العلاج بالمضادات الحيوية ، لأن إبعاد الكائنات الدقيقة المفيدة يسمح لهذه الفطريات المرضة بالتقدم للعمل .

ونحن ندين بالكثير إلى الاستخدام السليم للمضادات الحيوية . نعم أنا أعلم أنه من العصرى القول بأننا يمكننا أن نكون أفضل بدونها ، ولكن أى واحد قاسى من الالتهاب السحائى البكتيرى أو السل أو كان لديه طفل يعانى من ألم الأذن أو التهاب اللوزتين ، يعرف كيف يمكن للمضادات الحيوية أن تكون مفيدة عندما تستخدم بالطريقة السليمة ، وقد رأينا مدى فاعلية المضادات الحيوية فيما سبق ، ونحتاج أن نذكر أنفسنا بحقيقة هامة : أن هذه المركبات التى هى الأثمن فى عالم الأدوية تنتج كلها من الحياة الميكروبية، ولا نحتاج إلى البحث بعيدا عن إثباتات أن الميكروبات تعمل لصالحنا، لأن العلم لم يتوصل أبدا إلى تخليق أى دواء له من الفاعلية العلاجية مثلما للأدوية التى ينتجها عالم الميكروبات . وفى بعض الحالات نطور المضادات الحيوية بعمل تغييرات طفيفة فى تركيبها الكيماوى ، ولكننا ندين فى المقام الأول لأبناء عمومتنا «الميكروبات» بالمضادات الحيوية، فليست هذه الكائنات بشئ خاص ، وإنما يوجد معظمها فى التربة ، وإذا زرت مصنعا لإنتاج المضادات الحيوية ، فسوف تشم الرائحة المميزة للعمل فى الحديقة ، إذ أن تلك الرائحة المميزة للتربة الحديثة العزق ناتجة عن نشاط الميكروبات التى تمسك حبيبات التربة معا ، فلا توجد صورة من صور الحياة

أكثر تواضعا من هذه الصورة ، ولكننا نحصل من الكائنات الدقيقة التى توجد تحت أقدامنا على هذه المواد الحيوية والمنقذة للحياة .

وفى نفس الوقت فللميكروبات جراثيمها، وقد رأينا فيما سبق أن البكتريا تكون فرائس لعدد بالغ الكثرة من الفيروسات المفترسة ، وهى كيانات غير عادية ، يطابق تكوينها شكل صندوق متعدد الأضلاع على قمة سويقة منقبضة، فيثبت نفسه فى جدار خلية العائل البكتيرى بواسطة شريحة فى قاعدته، وحينئذ يتم حقن المادة الوراثية من داخل الصندوق، بينما تنقبض السويقة ، وبمجرد أن يتم انتقال هذه المادة الوراثية إلى داخل خلية العائل البكتيرى بسلام ، تحتل جينات الفيروس الخلية، وبذلك يسيطر عليها، ويكرس كل طاقتها لإنتاج المزيد من جزيئاته ، وربما تتمزق الخلية، طاردة سلاسلَ من فيروسات مفترسة جديدة، يمكنها أن تنتشر خلال البيئة للبحث عن خلايا بكتيرية جديدة تغزوها. وتبدو الفيروسات دائما حاقدة علينا ، ولكن توجد مجموعة كبيرة منها مصممة على تدمير كثير من البكتريا المرضة، وتقول المراجع التى يعتمد عليها أن هذه الفيروسات المفترسة كانت قد اكتشفت بواسطة اثنين من المتخصصين فى علم البكتريا، هما فريدريك توورت (١٨٧٧–١٩٥٠) وفيلكس دى هيريل (١٨٧٣–١٩٤٩)، حيث كان توورت أول من اكتشفها ، بينما وصفها ديهيريل (كطبيب مؤهل ومتخصص فى علم البكتريا) ، وقام بالعمل، بينما كانت الفروع الأخرى لهذا العلم تتجاهل هذه الكائنات ، حتى الخمسينيات من القرن العشرين، حين بدأ البحث الجاد فيها ، وقد تكون هذه هى الرؤية الصحيحة لتاريخ العلم، ولكنها بعيدة جدا عن الحقيقة .

تلقى توورت تدريبه كطبيب فى مستشفى سانت توماس، بلندن حيث تخرج فى عام ١٩٠٠، وفى ١٩١٥ كان يدرس مزارع ميكروب (ستافيلو كوكاس أوريوس) حين لاحظ أن بعضا منها قد تم تدميره لما شاهد من ثقوب شفافة فيها ، ووجد أنه يمكنه بعينات صغيرة من السائل المتبقى ، أن ينقل نفس خاصية إذابة الخلية إلى المزارع الأخرى لنفس الميكروب ، فلاحظ إصابة البكتريا، وبالرغم من أنه لم يكرر البحث فكان يصر دائما على استحقاقه لقليل من التقدير مقابل ملاحظاته ، إذ اعتبرها من وجهة نظره ملاحظة شيقة احتاجت مزيدا من البحث .

وكان فيلكس ديهيريل شخصية مختلفة للغاية، فكان غير مدرب ، وحينما ترك المدرسة فى مونتريال فى حوالى الخامسة عشرة من عمره، بدأ فى علاقة مع امرأة

متزوجة ، فقرر الزوج المخدوع أن يكلف الشرطة بالبحث عنه والقبض عليه، فظل ديهيريل طريد القانون لبعض الوقت ، وقرر لشغفه بالميكروبات ، أن ينشئ معملا فى غرفة نومه، وبدأ فى الدراسة على حسابه الخاص ، ومن هناك عمل فى فرنسا وجنوب أمريكا، وحصل على درجة الأستاذية فى جامعة ييل . وفى روسيا ، حيث قام بنفس اكتشاف توورت خلال ١٩١٧، ولكن على البكتريا المعوية فى هذه المرة بدلا من بكتريا المكورات العنقودية ، ومن الواضح أن ذلك تم بدون أن يعلم أى شىء عن اكتشاف توورت السابق. وعلى أى حال ، فقد اعتقد أن هذا الكائن هو فيروس يمكنه تدمير البكتريا المرضة، وقام بحملة ضخمة لتنشيط فكرة استخدام الفيروس المفترس فى علاج المرض ، وبيّن أن «الفيروس اللغز» أمكنه أن يمحو البكتريا فى حالات الدسنتاريا التى أصابت الجنود الفرنسيين فى الحرب العالمية الأولى ، وباشر تنفيذ برنامج موسع لإجراء الاختبارات ، وفى عام ١٩٢١ صاغ مصطلح «آكل البكتريا»، ونشر كتابا بعنوان «آكل البكتريا ودوره فى المناعة» بخلاف توورت الذى انتقل إلى عمل آخر . شغل «آكل البكتريا» أنشطة ديهيريل لبقية حياته ، وعلى الرغم من أن ذكره وذكر إنجازاته لم يرد فى معظم كتب المراجع ، فقد عكف ديهيريل على دراسة واحدة من أهم فترات التكاثر فى تاريخ علم الكائنات الدقيقة . ترى الكتب متدفقة من مكتب ديهيريل ومحزومة بأناقة ومزينة بعناوين مذهبة، ومدرج فيها أسماء آلاف من الفيروسات المختلفة، وكلما نظر ، وجد طرزا أكثر من «آكل البكتريا»، كما دعى إلى روسيا ، حيث أنشأ مركزا هاما لدراسة وعزل «آكلة البكتريا» وأصبح المرجع العالمى فى هذا المجال السريع الانتشار .

فى النهاية، ثبت أن حماسه كان فى غير موضعه ، حيث كان يستهدف استخدام «آكل الفيروس» كعلاج للإصابات البكتيرية ، منذ جمع ونقى العديد من طرز «آكلة الفيروس» التى يمكنها تدمير البكتريا المعوية ، والتى استخدم بعضها فى علاج حالات الدسنتاريا ، ولكن ثبت – كقاعدة – أن الفيروسات لا يمكنها شفاء معظم الأمراض البكتيرية. وبدلا من هذا ، يمكن استخدام تلك الفيروسات بصفة رئيسية فى تحديد هوية الطرز المختلفة من البكتريا، حيث تتسبب معظم الأوبئة الكبرى عن البكتريا التى يمكن أن نتعرف عليها عن طريق الفيروس المتخصص فى أكلها ، فمثلا ؛ بكتريا القولون ١٥٧– هـ٧ التى سببت أوبئة قاتلة فى السنوات الأخيرة يمكن تحديد هويتها عن طريق الفيروس المتخصص فى التهامها . منذ الحرب العالمية الثانية ، وروسيا هى

الدولة الوحيدة التى تستمر فى جمع «الفيروسات الآكلة» لاستخدامها عند الحاجة، حيث لا يزال العمل الذى أسسه فيلكس ديهيريل يجرى طبقا لتعاليمه ، إلا أن هذا البحث وقع فى مشاكل مالية خطيرة بعد سقوط الشيوعية . وفى عام ١٩٩٧ دعى فريق من أمريكا إلى المعهد لمناقشة إمكانية تمويل ذلك المعهد ، حيث طلب من الروس تقديم بيان عن خلفية وتفصيلات بحوثهم ، ولكن فى النهاية عاد الأمريكيون وقد وجدوا وسيلة ممكنة للاستثمار التجارى لهذه المكتشفات وخلفوا وراءهم الروس مجردين من الأسرار والتمويل على حد سواء .

لماذ تخيب الفيروسات «الآكلة للبكتريا» الآمال كوسائل علاجية ، رغم تفتح شهيتها لالتهام البكتريا إلى هذا الحد، وإمكانهاأن تمحو تلك البكتريا بهذه السهولة ؟ يكمن السبب فى صعوبة الجمع بين كل من هذه الفيروسات والبكتريا والعمل على اتصالهما معا ، فإذا حقنت تلك الفيروسات فإنها تفضل البقاء فى مكانها عن البحث عن فريستها ، لأنها تفتقر إلى الحركة، وقد استعملت فى علاج بعض حالات الدسنتاريا، ولكن هذا المستوى الظاهر من النجاح نتج عن اعتبارين : الأول : أن الدسنتاريا عادة مرض يحدد انتهائه ذاتيا، فالمرضى به سيشفون تلقائيا ، والثانى : أن الحركة الدودية للقناة الهضمية تقوم بخلط الفيروسات والبكتريا وتحقق اتصالهما ببعضهما . وفى الحقيقة ، فلا زالت التطبيقات محدودة فى مثل هذه الحالات ، باستخدام التركيزات العالية من الفيروسات «آكلة الخلايا» ، وحيث تحد الحقائق البسيطة للطبيعة من فاعلية هذه الكائنات، فلا شك أنه يمكن عد هذه الفيروسات «قوة صديقة» ، ولكننا نفتقر إلى التقنيات التى تمكن من استفادتنا الكاملة مما يمكن أن تقدمه هذه الكائنات ، وحين يتم هذا يمكن لروح فيلكس ديهيرل غير المدرب والخارج على القانون ، أن تمنح ابتسامة للمؤسسة العلمية التى أنشأها .

تعيش الفيروسات «آكلة البكتريا» مع البكتريا فى أمعائنا ، وتحافظ بلا شك على مجتمع الكائنات الدقيقة فى الأمعاء متوازنا. وبالرغم من أننا نعتمد على ميكروباتنا المعوية فى حياتنا العادية ، فهى ليست لازمة إطلاقا لبقائنا على قيد الحياة ، حيث يمكننا ذلك بدونها . ولا ينطبق هذا على عديد من المخلوقات الأخرى ، حيث يوجد عدد لا يحصى من الحيوانات لا تستطيع هضم غذائها بدون وجود الكائنات الدقيقة فى أمعائها بصفة مستمرة. وهذه الأنواع الدقيقة تعمل بلا انقطاع على إعادة استخدام مكونات الغذاء التى لم تهضم إلى بروتينات تستطيع الحيوانات هضمها ، أما فى

المجترات (كالماشية) فتبدأ هذه العملية قبل أن يصل الغذاء إلى المعدة، فلهذه الحيوانات انتفاخ كبير فى المرىء يسمى «الكرش» الذى يحوى بداخله مجتمعات من الميكروبات لا نزال غير قادرين على فهمها بصورة كاملة ، ومن الواضح تماما أن معظمها يختلف عن الطرز التى فى أجهزتنا الهضمية ، وعلى سبيل المثال خلايا «كانديدا» ، ولكن معظم الميكروبات تحوى جينات غريبة عن ميكروباتنا ، وبدلا منها تنتج شفرات لإنزيمات تستطيع هضم السليولوز ، مما يسمح للأبقار بالتغذية على الحشائش، وبعض هذه الميكروبات غير مألوف مثل البكتريا الهلالية من أنواع (مثل بكتيرويدز سكسينو جينيز و رومينوكوكاس فلافيفاكسبنس) التى تنمو فى سلاسل رقيقة ، وتقوم بتكسير السليولوز (الذى يستحيل هضمه بأى طريقة أخرى) فيما بينها . وحينئذ تدخل بعض البكتريا فى الأنسجة النباتية وتقوم بتكسير النشا إلى سكريات . وتبدو كثير من هذه البكتريا غريبة الشكل، تشبه إلى حد كبير الحيوان المجهرى المعروف باسم «إيبيدنيام» ذى الخلايا الكبيرة الذى يسبح بنشاط مستخدما عددا لا حصر له من الأهداب تشق طريقها فى السائل المحيط. وتهاجم أنواع عديدة من بكتريا الكرش – فى الحيوانات المجترة – الزيوت والدهون المخزنة فى خلايا النبات ، فى حين تنتج أنواع أخرى طائفة من النواتج مثل الجلوكوز وحامض الخليك وعدداً من الفيتامينات التى تحتاجها البقرة لصحتها .

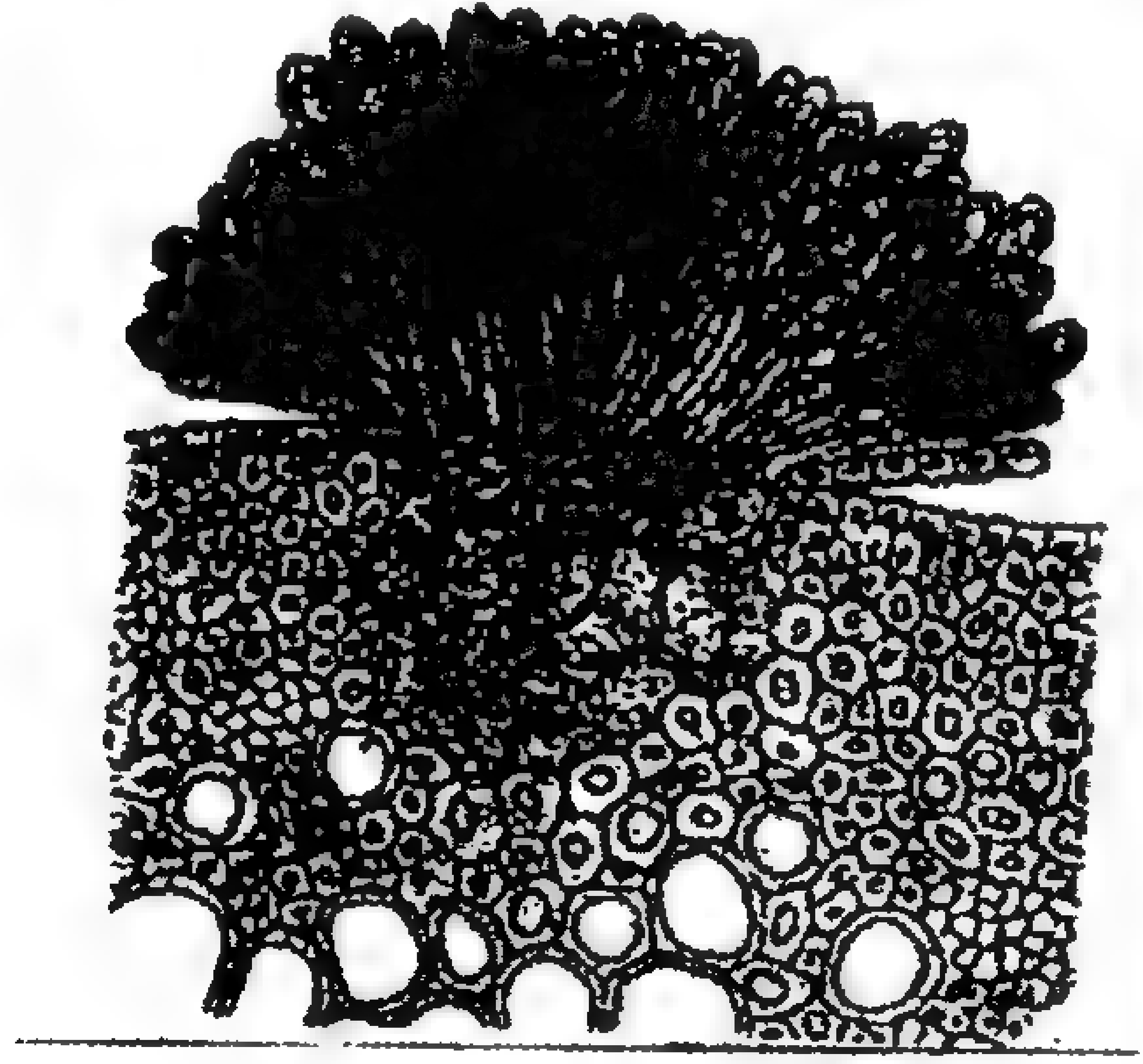
ونتيجة لهذا النشاط، تنمو البكتريا بكميات ضخمة، تصب المجترات «جرتها» من حين لآخر ، حيث تقف ماضغة هذه «الجرة» فى رضى، وهذه هى الطريقة التى تعين الحيوان على مضغ المادة النباتية وتمكين البكتريا من أن تبدأ هضمها . وتزدهر البكتريا وتتكاثر بأسرع ما يمكنها طوال الوقت ، وتكون النتيجة تحول الكساء الخضرى فى المرعى بسرعة إلى كتلة من الخلايا البكتيرية ، غنية فى البروتين . وعلى أية حال ، فليست البكتريا هى الناتج النهائى ، إذ تحشد المجترات كذلك خلايا حيوانية سابحة أكبر حجما تشمل الفرطيسات (وحيدة الخلية تشمل البكتريا والفطور والفيروسات) ، وتتغذى على البكتريا ، وهى مغطاة بكمية كبيرة من الأهداب الضاربة، التى تسوقها مثل سفينة شراعية كبيرة يجدف بها عبيد غير مرئيين ، وهذه الخلايا المهدبة مصفوفة بشكل تمكن من جعلها فعالة ونشطة، فتبتلع البكتريات فى فمها الذى يشبه القمع، ويشبه فى ذلك الطريقة التى ينخل بها فك عظم الحوت الكائنات البحرية الصغيرة الطافية فى الماء ، وتزداد هذه الفرطيسات بسرعة فى الحجم ، وحين

يتضاعف حجمها تتوقف عن التغذية لفترة وتنقسم إلى قسمين يسبحان مستقلين ، ويتغذيان كما سبق . ورغم العديد من البحوث التى أجريت على بكتريا الاجترار وفهمنا لها فهما منطقيا ، فلا زالت البروتيسات تحتاج المزيد من المعلومات عن البيئة المعقدة التى تزدهر فيها ، بدلا من تلك المستقاة من نتائج البحوث المعملية التى تجرى على بيئات أطباق بترى ، خاصة وقد منحنا استمرارنا فى دراسة البيولوجيا الجزيئية بصائر أعمق فى فهم أسهل لصور الحياة، ولكننا ولدهشتنا لا زلنا لا نعرف إلا قليلا عن الكائنات الأكبر التى تتغذى على البكتريا، فيحتوى بعضها على تراكيب معقدة تعقيدا مدهشا ، حيث توجد به مناطق متخصصة فى الخلية مسئولة عن النبضات العصبية والحركة وقليل منها يختزن فى الخلايا مدخرات غير قابلة للذوبان ، تشبه تماما الملامح التى تتوقع رؤيتها فى المخلوقات الأكثر تعقيدا. على سبيل المثال ، يتميز تركيب الإبيدينيام بتقسيم يمتد بطول الخلية ويشبه العمود الفقرى فى الفقاريات المعتادة . تستهلك هذه البكتريا بواسطة الهدبيات التى تلتهمها وتصبح مجتمعات ضخمة مكونة من حشود من خلايا وحيدة الخلية، تكون هذه الكميات البالغة الضخامة التى يتكون معظمها من بروتين نقى مقدر لها المرور خلال المعدة الحقيقية لتصبح مصدرا حقيقيا لغذاء الحيوان المجتر ، مما يرسم صورة جذابة ، إذ أن الماشية لا تهضم فعلا الحشائش ، بل يؤدى هذا الهضم شبكة معقدة من الميكروبات التى تنمو بالملايين ، خلال مرورها عبر المعدة حين تبدأ البقرة فى ممارسة عمليات الهضم الخاص بها ، فهى لا تهضم على الإطلاق الحشائش التى تتغذى عليها ، بل تهضم خلايا حيوانية دقيقة ، فهى تبدو للغرباء النموذج الأكثر مثالية للمخلوق آكل الحشائش، ولكنها حقيقة لا تهضم إلا البروتين الحيوانى ، نعم، فالبقر على أساس هذه الحقيقة جدير بأن يصنف كمخلوق آكل للحوم .

حينما ننظر إلى عالم الحيوانات المألوفة ، فليست الميكروبات بعيدة عن هذا العالم، فهى تلعب دورا يتساوى فى أهميته للحياة مع دور النباتات الوعائية ، ففى بعض الحالات ، يكون وجود الميكروبات على النباتات مألوفا منذ زمن طويل ، فيتم تخمير العلف المخمر (السيلاج) من حشائش تم حصادها ، وكذلك يتم إنتاج نوع من الكرنب المخمر الحلو بفعل أنشطة الكائنات التى توجد طبيعيا على النباتات فى الحياة البرية . ويعنى نمو الميكروبات أن السيلاج أغنى فى البروتين من الحشائش الخام ، حيث يتغير التوازن فى مجتمع الكائنات الدقيقة فى داخل الحيوان المجتر ، ليستضيف هذا الغذاء

الذى تغير . وكذلك يعتبر النبيذ النتيجة النهائية لتخمير عصير العنب الناضج الذى يوجد فى مساحة سطحية كبيرة تحتوى على خلايا الخميرة التى سوف تحفز التخمر بسرعة . ويمكنك رؤية هذه المساحة بالعين المجردة فى الطبقة الشمعية التى تغطى سطح الثمرة الطازجة. وفى نباتات أخرى توجد غرفة تحوي ميكروبات مخمرة تساعدها فى هضم طعامها، وهذه الأنواع كالنباتات صائدة الحشرات ، تجذب هذه الحشرات بواسطة طعم وتستدرجها إلى حساء لزج نصف سائل ، تعيش فيه كائنات دقيقة على نواتج تحلل الحشرات ، وبذلك تعيد استخدام مكوناتها ليفيد منها النبات .
ولكن هناك نماذج صغيرة للتعاون بين النباتات الراقية وعالم الميكروبات ، وأكثر الشبكات قوة فى التعاون مخبوءة فى التربة، فنحن نعلم أن النباتات لها جذور تجمع الماء والعناصر الغذائية، فمعظم النباتات لها شعيرات جذرية ، كل منها عبارة عن خلية واحدة سميكة تتيح لهذه النباتات الاتصال الوثيق مع حبيبات التربة ومع غشاء الرطوبة الذى يغلف كل حبيبة منها . ليس صحيحا أن كل الجذور مغطاة بشعيرات جذرية ، ولكن بعضها (كأشجار الموالح)، تفتقر كلية إلى تلك الجذور، وعلى ذلك ، فليست الشعيرات الجذرية هى نقطة الاتصال الوحيدة بين النبات والتربة المحيطة به ، ولكن يعتمد النبات على ميكروبات فى التربة لتوصيل الغذاء إليها ولحمايتها من الأمراض.
وينطلق الأوربيون فى الخريف عادة إلى الغابات لجمع «نفايات الضفادع» للعلاج الموسمي، ونظن أن نفايات الضفادع هى نباتات برية نقطفها كأى نبات آخر ، ولكن هذا الظن بعيد عن الحقيقة، فهذه النباتات ليست إلا الجزء المثمر من فطْر يعلو عن سطح التربة ليسقط جراثيمه فى مهب النسيم، وتتشكل كتلة الفطر من خيوط تختفى فى التربة ، مثل الآثار الفضية لخيوط دقيقة تمتد بعيدة ومنتشرة بين حبيبات التربة ، وما نراه ناميا فوق سطح التربة هو الجزء الأدق من جسم الفطر ، الذى ينتشر فى التربة انتشارا بعيدا وواسعا ، فيشتبك مع خيوط الأنواع الأخرى وينمو حول جذور نباتات الغابة متحدا معها بشكل وثيق. وتقوم هذه الفطريات بهدم المخلفات الموجودة فى التربة ، حيث تعيد استخدام الذخيرة وتحولها إلى مركبات بسيطة يمكن للجذور امتصاصها. وكثير من أنواع الفطريات تذهب إلى مدى أبعد فتخترق فعلا خلايا جذور النبات ، لتصبح جزءا من تركيب نبات العائل، ويعرف الاتحاد الوثيق بين الجذور والفطريات باسم «الميكروهيزا» ، التى كتب بعض العلماء عنها كما لو كانت فطرا، ولكن ذلك غير صحيح، فالميكروهيزا هى الاسم الذى نعطيه للاتحاد بين النبات والفطر ، الذى يمثل أكثر العلاقات حميمية فى الاتحاد بين نوعين لا توجد علاقة نباتية بينهما، ويدعم

كل منهما حياة الآخر ، حيث يوفر الفطر مواد الغذاء لشريكه النباتي ، بينما يمرر النبات الأخضر بعضا من نواتجه (المصنعة بمساعدة ضوء الشمس الساطع على الأوراق) إلى الجذور حيث يساعد فى استمرار بقاء الفطر. ويمكن لبعض طرز النباتات الراقية الحياة بدون الميكروهيزا (يقال أنها لا توجد فى نباتات العائلة الصليبية مثلا)، ولكن فى الغالب فهى توفر نمطا هاما للحياة . وقد تحتج على الاقتراح القائل بأن من الممكن أن ننمى النباتات بدون تربة ، ولذلك، لا بد أن يكون يمثل هذا تحسينا فى ميدان الإنتاج النباتي - كما يقترح أن الفطر حول الجذور ليس ضروريا على الإطلاق، فأساس الزراعة بدون تربة (الهيدروبون) هو زراعة النباتات فى بيئة خاملة وتغذيتها بمحلول غذائى يوفر لها كل العناصر التى تحتاجها هذه النباتات. وبينما تنمو هذه النباتات لتورق وتخضر تصبح ميكروبات التربة غير لازمة ، ولكن هذا يغفل المشكلة، فلكى تغذى النبات بالمحلول المغذى ، نحتاج إلى مصنع ينتج العناصر المغذية للنبات، ومن المعروف أن تكلفة استهلاك الطاقة فى تصنيع أسمدةالنبات دائما ما تكون مرتفعة (نادرا ما يتم تقديرها ضمن تقدير كفاءة الزراعة) وهذه المصانع مستقلة تماما عن وحدات الزراعة بدون تربة (الهيدروبونات) حيث تنمو نباتات المحاصيل .



شكل (٢٧)

دراسة مجهرية للفطريات المتطفلة

أجرى هذه الدراسة متخصصون فى أواخر القرن التاسع عشر خلال العصر الفيكتورى ، حيث كان فطر الصدأ قد تم فهمه جيدا، وهذه الصور تعد من أعمال ستراسبورج العظيمة فى علم النبات ، تظهر كيفية انفجار الأكياس الجرثومية على سطح أوراق نباتات الفصيلة النجيلية التى يتخصص هذا الفطر فى إصابتها ، حيث يقضى جزءا من دورة حياته المعقدة فى التطفل على نبات «البرباريس» ويمكن منع إصابة النجيليات بالتخلص من هذا العائل فتنقطع بذلك دورة حياته، وكانت هذه مفهومة جيدا لأولئك المجهريين فى العصر الفيكتورى .



شكل (٢٨)

وقع فى شرك مجهرى

تكون بعض الفطريات المجهرية أنشوطات من الخيوط التى يمكنها أن تصيد الكائنات العابرة، ويعمل حضور الفريسة على جعل خلايا الأنشوطة الرفيعة تنتفخ فجأة، مستدرجة الفريسة إلى داخل الأنشوطة، وتعمل الإنزيمات المحلة على تكسير الفريسة ويمتص الفطر العناصر الغذائية الناتجة، ويمثل هذا الشكل الحيوان «الدوار» المعروف باسم «كاليدينا» وقد اقتنص بواسطة أحد هذه الفطريات الراقية المفترسة.

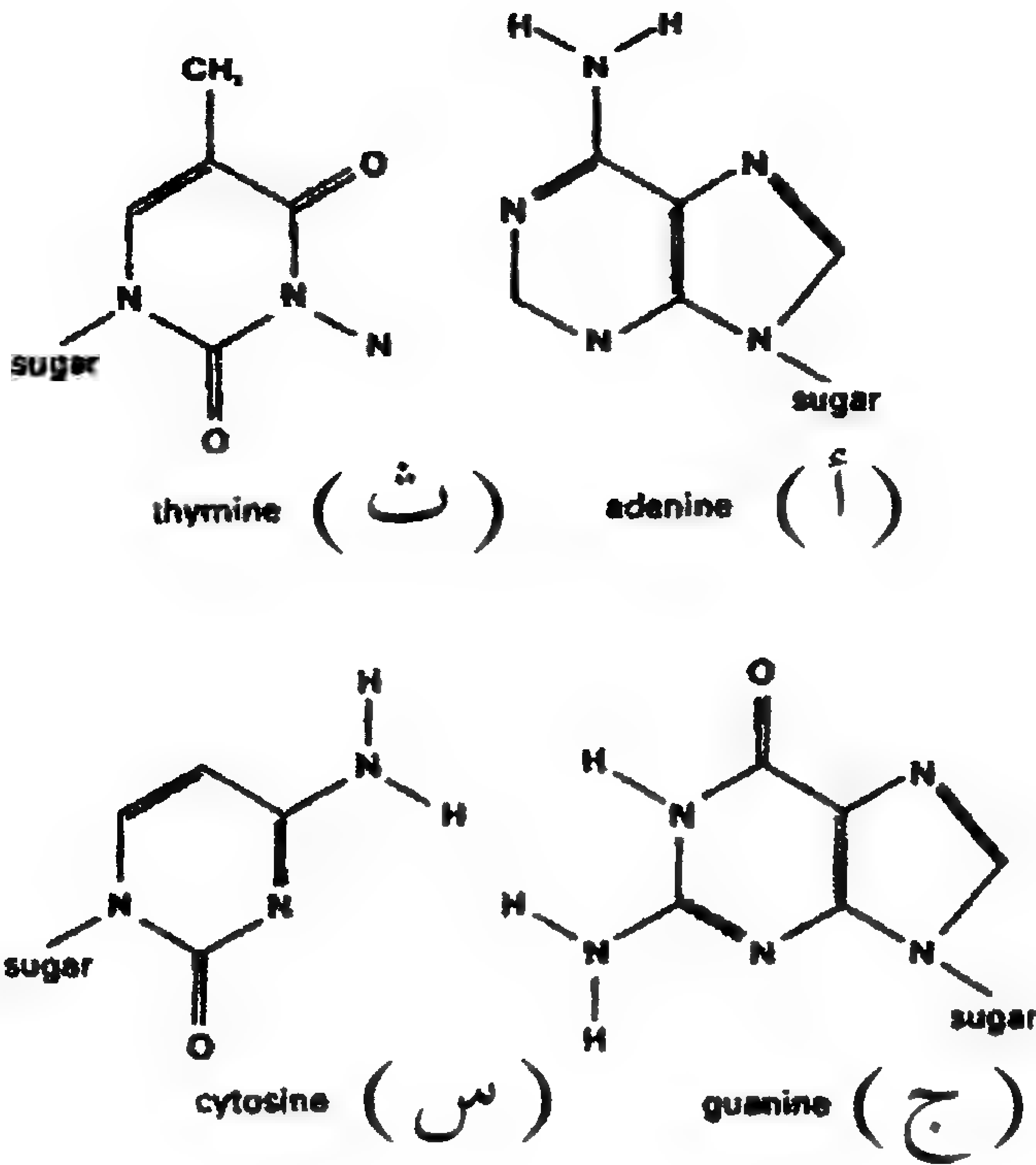
وإذا تخيلت المصنع الضخم مع التكنولوجيا المتقدمة التى يتطلبها تأسيس الزراعة الهيدروبونية، فيمكنك أن تتخيل الاستثمار الضخم للتكاليف الهندسية والطاقة التى يحتاجها حقيقة إنشاء مزرعة تجارية للزراعة الهيدروبونية لتنتج.

وبالمقارنة مع الحالة فى الطبيعة، فلا يوجد إلا القليل ليُرى ، فالاتحادات الميكوريزية مسئولة عن اقتناص وإعادةاستخدام المعادن التى تحتاجها نباتات الغابة ، وتنجز ذلك بدون أى تجهيز خارجى صناعى – والأهم من ذلك – بدون أي إمداد خارجى بالطاقة. وتتميز هذه الطريقة لتغذية النباتات الخضراء بأنها ذاتية الدعم ،

ويمكن تطويعها للظروف المتغيرة باستمرار. ويتجه العديد من المناطق الحديثة بالمدن نحو استخدام المخلفات العضوية، وهذا هو الاتجاه الواضح الذى نحتاجه للتحرك . فلا تقتصر الفائدة من هذا الاتجاه على الاستغناء عن إمدادات خارجية من الطاقة ، بل لا يترتب على هذا النظام أيضا ملوثات ضارة ، فضلا عن أنه يوفر بالضبط ما يحتاجه النبات العائل ، فالتقنيات الإنسانية قاصرة ، ومستنزفة للموارد بالمقارنة إلى نظام الطبيعة .

ولعل الفائدة الأكبر للفطريات فى الطبيعة تكمن فى دورها كعوامل إعادة استخدام (تدوير) المادة الميتة والمخلفات العضوية، والتى يصيب القليل نسبيا منها الإنسان بالأمراض . على سبيل المثال ، يعيش الفطر الصغير المعروف باسم (ترايكوفايتون) على بشرة الإنسان ، مسببا المرض الجلدى المعروف باسم «القدم الرياضية»، وكذلك الدودة الحلقية التى تعرف باسم «حكة دهوبى – هـ» (حسب موضعها فى الجسم) ، كما ينجم مرض «رئة المزارع» عن نشاط جراثيم الفطر فى الرئة. وقد عرفنا منذ القرن السابع عشر أن الفطريات المجهرية تصيب النباتات ويفترض الآن أن تستخدم هذه الخاصية فى اتخاذ إجراءات ضد الزراعة المؤثمة لنباتات الأفيون ، فقد عزل العلماء الروسيون سلالة من فطر يهاجم هذا النبات يمكنها تدمير حقول الأفيون. وينبغى هنا الحذر – بمعنى الكلمة بالطبع – من نشر هذه السلالات الجديدة ، قبل الوثوق من أننا لا نطلق سراح كائن جديد يمكن أن يسبب مشاكلَ أوسع، فيمتد هذا الفطر بصورة طبيعية من أوروبا إلى استراليا ، ويمكنه أن ينتشر فى المستقبل انتشارا أوسع .

ترقد معظم الفطريات كجراثيم فى طور الراحة ، تنتظر فقط الظروف المواتية للإنبات والنمو فى تجمعات جديدة حينما تتاح مواد غذائية مناسبة ، بينما تسلك فطريات أخرى طرقا معقدة لاقتناص غذائها ، فتجد بعض الأنواع المفترسة قد صنعت فخاخا لقنص فرائسها ؛ وتصنع الفطريات المفترسة هذه الفخاخ على شكل أنشوطة من الخيوط تنقبض فجأة لتمسك بقوة أى كائن يسبح فيها ، الذى يموت بعدئذ ويتحلل ليمكن للفطر امتصاصه، وهنا أيضا على المستوى الميكروبى ، نجد آليات معقدة تعقيدا بالغا، تحمل فى طياتها صدى الطرز السلوكية الموجودة فى صور حياة الكائنات عديدة الخلايا .



شكل (٢٩)

حروف الحياة الهجائية

هذه هى القواعد النتروجينية المختلفة

الثيمين (ث)، الأدينين (أ) ، والسيتوزين (س) والجوانين (ج). وهذه القواعد تتصل باللولب المزدوج لجزىء (دنا) فى نظام دقيق، وتواجه نفس القواعد على الناحية الأخرى ، وهذه تشمل النيوكليوتيدات التى تصنع منها الجينات، وفى هذا الشكل تظهر الحروف الهجائية الأربعة التى تنطلق منها شفرات تكوين البروتينات الجديدة ، وبالرغم من أن هذه الحروف الأربعة تبدو قليلة ، فيمكن أن تترتب منها فى مجموعات من أزواج القواعد بطول ثمانية نيوكليوتيدات بما يزيد عن مليون طريقة مختلفة .

يشكل موضوع الأمطار الحمضية مادة شائعة للحوار، ويتعلم دائما الأطفال من تلاميذ المدارس أنها شرور، فكمية التلوث الناجم عن المصانع تشكل فى الحقيقة ضررا للبيئة، حيث وصلت كمية الأمطار الحمضية إلى حدود مدمرة ، فتنوب المبانى الحجرية بالمعنى الحرفى للكلمة، مثل كعكة زفاف تركت تحت الأمطار . ورغم ذلك ، ينبغى علينا ألا نفقد الرؤية بأهمية وجود الأحماض الطبيعية فى ماء الأمطار على أى حال،فكل الأمطار حامضية فى العادة ، وهذا أمر طبيعي، ويجب أن يكون كذلك ، فمن بين ما تحتويه هذه الأمطار حامضى الكبريتوز والكبريتيك اللذان يبدوان كملوثين مرعبين، ولكنهما لازمين فعلا للحياة، فهما المصدر الرئيسى للكبريتات التى لولاها لما نمت حشائش المرتفعات نموا طبيعا . ويوجد أيضا حامض النتريك ، الناتج عن البراكين والشرارات المنبعثة من البرق فى الأمطار ، وهو مصدر هام للنترات التى تغذى النباتات الخضراء النامية فى كل العالم، حيث تحتاج هذه النباتات إلى النترات كعنصر أساسى ، لأنها تشكل قوالب البناء التى تتخلق منها الأحماض الأمينية والبروتينات . وتعيد الميكروبات استخدام النترات من الكائنات الميتة وتمد جذور النباتات الخضراء النامية بها ، وهذه العملية هامة لنمو النباتات الخضراء . وقد تم تطوير الإنتاج الصناعى للأسمدةالنتراتية لأول مرة فى ١٩٠٩ بواسطة الكيميائى الألمانى فريتز هابر (١٨٦٨-١٩٣٤) الذى حاز على جائزة نوبل للكيمياء ، حيث اشتملت عملية الإنتاج على تكوين الأمونيا من الهيدروجين والنيتروجين الجوى ، وكانت هذه هى المادة الخام المثالية لإنتاج الأسمدة النيتروچينية ، وقد سمح هذا للمزارعين بتغذية نباتاتهم بكميات كبيرة من النيتروجين ، فتحولت أراض فقيرة إلى أراضٍ منتجة نتيجة لهذا الكشف العلمى الثمين. إلا أن أضرار الإسراف في استخدام النترات لا تحتاج إلى بحث. وعلى أية حال، فلأن الإنتاج الصناعى يشكل عبئا على سلامة البيئة ، فيمكننا التحكم فيه عن طريق الالتزام بإجراءات أقل تطرفا (مثلا : عدم المبالغة فى التسميد الأزوتى) . ويشغل النتروجين الجزء الأكبر من الهواء المحيط بنا (أربعة أخماس أو ٨٠٪ من الهواء الجوى). وقد سبقت بعض الميكروبات فى حل مشكلة تحويل هذا الغاز غير الضار إلى نترات يمكن أن تتغذى عليها النباتات الخضراء، وقد عرفت هذه العملية باسم «تثبيت النتروجين» ، حيث سميت الكائنات التى تقوم بهذه العملية «بالكائنات المثبتة للنتروجين» ، وأكثرها شهرة بكترياالجنس «رايزوبيام» التى تصيب جذور النباتات البقولية – مثل البرسيم، والبسلة، والفاصوليا والنباتات المكونة للقرون ، حيث تكون هذه

الأنواع نموات بشكل ثآليل ، تبدو للعين المجردة تماما كما لو كانت قد التقطت إصابة . وهذه النباتات بالطبع بنور حديثة الإنبات سرعان ما تصاب بالرايزوبيام ، فهى تحتاج إليه لتستمر فى الحياة، ويفسر هذا السبب فى زراعة البرسيم كوسيلة لتحسين التربة ، فبينما ينمو هذا المحصول ، تثبت البكتريا الموجودة داخل العقد الجذرية ، النتروجين من الهواء ، مكونة النترات التى تمررها إلى النبات، فيكون أنسجة جديدة . ويتم تثبيت النترات بمعدلات مدهشة فى ارتفاع جملتها. وفى الحقيقة، دلت تقارير على أنه يمكن تثبيت نصف طن من الآزوت سنويا فى هكتار واحد من التربة . وهذه الجملة الكبيرة تمثل كل النتروجين الناتج عن البكتريا التى تعيش داخل العقد الجذرية للنباتات البقولية ، ولا بد أن نتذكر أن كل هذا يتم بدون أى مدخلات خارجية من الطاقة أو المواد الكيماوية الخام ، وهى العملية التى نحتاج إلى تقييمها .

أدرك الرومان القدماء أهمية هذه النباتات ، حيث عرفوا القدرة العجيبة للبرسيم على تحسين التربة الفقيرة ، فخلال العصور الوسطى انتشرت زراعة المحاصيل فى دورة زراعية انتشارا واسعا كوسيلة لتعظيم إنتاجية الحقول ، حيث كان أحد المراعى يترك بدون زراعة مرة كل ٥ سنوات ، وفعلا ان البرسيم البرى يؤدى إلى رفع محتوى النتروجين فى تربة ذلك المرعى بحيث تكون مستعدة لإنتاج المحصول فى العام التالى . وبالرغم من التعرف على قيمة هذه النباتات ، فلم يعرف أحد تفاصيل ما يحدث حتى عام ١٨٨٠ ، عندما قام هـ. هيليريجيل و هـ. ويلفارت بزراعة بسلة وشوفان مقابل بعضهما على رمل كوارتز نظيف، ففشل كل من النوعين فى النمو ، ولكن حينما لقح الرمل بكمية صغيرة من تربة المراعى، حيث ينمو البرسيم ، كونت بذور النباتات البقولية عقدا ونمت بسرعة ، وأما الشوفان المزروع قبالة البسلة ، ففشل بالطبع فى النمو، بالضبط كما سبق. وفى عام ١٨٨٨ اكتشف الكيماوى الهولندى مارتيناس بايرجيرينك (١٨٥١-١٩٣١) - الذى يذكر هجاء حروف اسمه غالبا خطأ بدون حرف «الراء» الأول - بكتريا داخل العقد وسماها «باسيللس راديكيولا» ، ومنذ ذلك الوقت تعرفنا على أنواع كثيرة ، يمكن تجميعها داخل جنس «رايزوبيام» ، وقد استمر مارتيناس بايرجيرينك فى التعرف على وجود فيروسات للوهلة الأولى ، بيد أن كل هذه الاكتشافات الميكروبية نتجت عن دراسة مستقلة كجانب من جوانب تدريبه ككيماوى - صناعى فى «دلفت» . وفى عام ١٨٩٢ ، زرعت. شلويسنج و ى . لورنت ، نباتات فى مقصورة مغلقة وأظهرا ببراعة أن كمية النتروجين فى الفضاء المغلق نقصت مع زيادتها

فى النبات، ويشكل هذا برهانا نهائيا على أن النتروجين قد جرى تثبيته بواسطة النباتات، على الرغم من أنه لم يتسن استعمال النظير المشع ^{15}(ن٢) حتى عام ١٩٥٢، لإثبات أن البكتريا العقدية تقوم بعملية تثبيت النتروجين فى صورة يمكن للنبات الاستفادة منها.

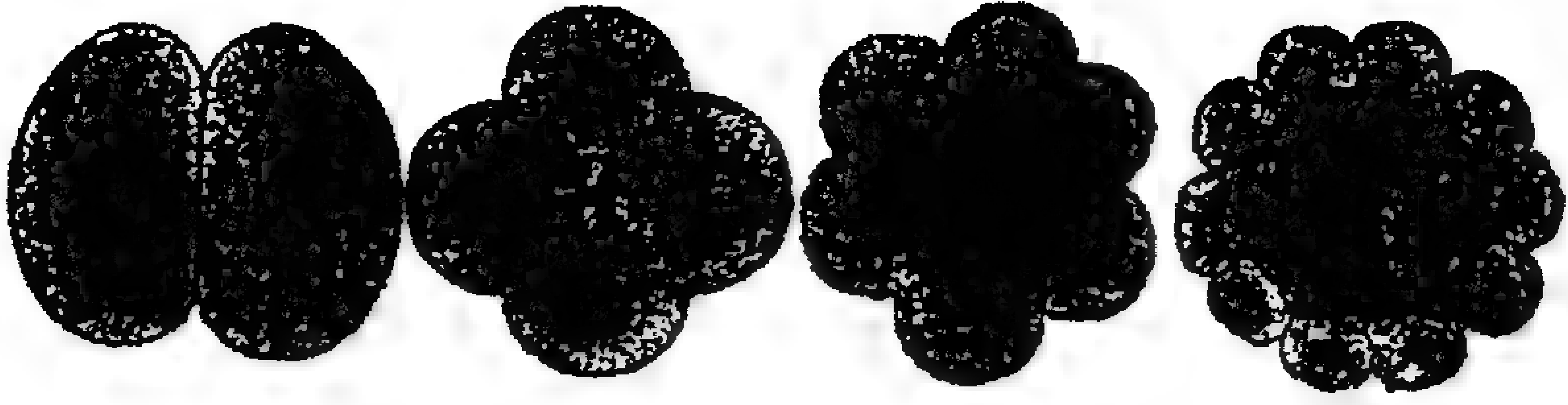
وبالرغم من أننا دائما نفكر فى البرسيم بصفته النبات الرئيسى المثبت للنتروجين، فالنباتات الخشبية البقولية تفعل ذلك أيضا . فإذا كان لديك شجرة بقولية فى الحديقة من النوع المسمى «قوطيسوس» ، فسوف تجدها مشغولة فى تثبيت النتروجين ، وكذلك الحال فى الأنواع البقولية الأخرى ، فقد أظهر البحث فى جنوب أفريقيا أن أشجار السنط يمكنها أن تثبت ٢٠٠ كيلو جرام من النتروجين فى الهكتار سنويا (١٨٠ رطل تقريبا للفدان) مما يساعد فى تغذية كل النظام البيئى فى المنطقة. ونحن نعلم الآن أن البقوليات ليست هى الوحيدة التى تحمل عقدا جذرية . وكانت أول دراسة لهذا الموضوع قد ظهرت فى الخمسينيات من القرن العشرين ، حيث تعرف هذه النباتات الآن باسم «أكتينوريزا» ويوجد أكثر من ٣٠٠ نوع من النباتات غير البقولية تعتمد على العقد الجذرية ، وتتراوح بين أعضاء الفصيلة الوردية إلى نبات «جار الماء» ، الذى كان يعتقد لآلاف السنين أن نموه يؤدى إلى تحسين التربة، كما تبين الآن أن هكتارا مزروعا بهذا النوع من الأشجار ، يثبت ما يزيد عن ١٠٠ كيلوجرام (٢٠٠رطلا) من النتروجين سنويا. وكذلك تستطيع تثبيته بعض الطحالب المجهرية – مثل الطحالب الخضراء المزرقة – من جنس «أنابينا» والطحالب الوثيقة القرابة لها ، ويمكنك أن تجد خلايا طحلب «الأنابينا» نامية بين أنسجة نباتات «السيكاس» التى يستخرج منها دقيق «الساجو»، وكذلك فى الغرف الهوائية للسرخس المائى «أزولا»، المعروف فى الغرب كنبات زينة، دقيق الحجم ، ولكن قدرات شريكه الطحلب علي تثبيت النتروجين جعلته هاما للأرز فى مناطق زراعته، حتى أنه يزرع كعلف للماشية فى المناطق الاستوائية . وهناك اهتمام بالعقد البكتيريةالتى تنمو على أوراق بعض النباتات ، لما يبدو من أنها قد تثبت أنها بكتريا مثبتة للنتروجين علي الأجزاء الهوائية لبعض النباتات الهامة، وحتى الأشنات تساهم فى تثبيت النتروجين ، على الرغم من أننا نظنها نموات متحجرة على صخور مسحتها المياه، ولكنها عبارة عن اتحاد تكافلى بين الفطريات والطحالب ، يستطيع العديد منها تثبيت النتروجين من الهواء الجوى . وستجد أشنات فى غابات أشجار «تنوب دوجلاس» فى المناطق المدارية الباردة ، حيث قدرت مساهمة الطحالب

الموجود فى الأشنات من النتروجين بكمية تزيد عن ١٠ كيلوجرام للهكتار سنويا (٨ أرطال تقريبا للفدان) ويوجد العديد من بكتريا تثبيت النتروجين تعيش مستقلة بنفسها فى التربة وليست معتمدة على نبات عائل، أولها (ومن أكثرها أهمية) الأزوتوباكتر الذى اكتشفه بايرجيرينك فى عام ١٩٠٠ ، وأصبحنا نعرف الآن عددا أكبر من الأجناس ومئات من الأنواع المثبة للنتروجين، التي لا توفر مدخلات كبيرة من النتروجين مثل البكتريا الذى ذكرناها فيما سبق، لأنها تسهم بكميات نتروجين تقدر بحوالى ٥ كجم للهكتار (١١ رطلا) من الأرض غير المزروعة سنويا ، وفى هذه الحالة ، يجب أن نضيف النترات التى تضيفها الأمطار - وتنظيمها ينتج بفعل البرق الذى يمكنه - أن يسهم بكمية إضافية تقدر بكيلو جرام للهكتار (حوالى ١٢ أوقية للفدان) . وتشتق النباتات كثيرا من النتروجين من المصادر الطبيعية التى فى معظمها ميكروبات فى البيئة مزودة بالجينات الملائمة . ومن الطريف (لأن هذا ينبغى أن يكون مسألة بسيطة للمتخصصين فى الوراثة) ، ولم يحدث مطلقا أن حاول العلماء زراعة الجينات التى تحمل شفرة تثبيت النتروجين فى بعض الأنواع الأخرى ، حيث يطمح الزراعيون لإعطاء المحاصيل النجيلية القدرة على اقتناص النتروجين من الهواء ليساعدها فى الحياة على التربة القاحلة. وقد حاول الكثيرون ذلك وفشلوا ، ولا تزال هذه المناورة غير المعقدة تتملص منا ، حيث يسرق نبات البرسيم المتواضع أضواء مسيرة الهندسة الوراثية ، إذ لا يوجد بديل لتأثيره حتى الآن .

(٨)

هندسة الجينات

تكمن جيناتك فى أعماق خلايا جسمك، حيث ترتبط معا كحبات العقد مكونة ٤٦ تركيبا يشبه الخيوط يسمى الكروموزومات (الصبغيات) . وتحمل الجينات البرنامج الذى يقدح زناد هذه الظاهرة المدهشة للحياة، حيث تمثل كل خلية من خلاياك الشىء الأصغر الذى يمكنك رؤيته، فيسهل رؤية البويضة ، فهى بحجم النقطة التى فى آخر هذه الجملة. ويمكنك أن ترى الأميبا أيضا بالعين المجردة. وفى الحقيقة، أن أفضل طريقة لجمع الأميبا أن تترك وحل قاع بركة يرسب فى طبق بترى ، وحينئذ تلتقط النقط الدقيقة ذات اللون القرنفلى أو الرمادى مستخدما ماصة . وتبلغ خلاياك نصف حجم خلايا الأميبا ، ويمكن تماما إخراجها إذا كنت تملك قوة إبصار ممتازة. ويحتوى جسمك على ١٠٠ تريليون خلية (ومع الاستثناء الوحيد الذى تمثله الكرات الدمويةالحمراء)، فكل خلية عادية فى جسمك تحتوى على نفس مجموعة الجينات التى تحتويها الخلايا الأخرى . ويختلف عدد الكروموزومات من نوع لآخر ، وهذا العدد ثابت فى النوع الواحد، ولا يتوقف على درجة تطور الكائن ، فعدد الكروموزومات فى السمكة الذهبية ٩٤ وفى الكلاب ٧٨ وفى نبات الكرنب ١٨ كروموزوما. وتتكون الكروموزومات من الحامض النووى (دنا) ، الذى يشبه جزيئه سلما ملتفا يتكون كل من جانبيه من جزيئات من الفوسفات والسكر، بينما تتكون الدرجات من أربع قواعد نتروجينية (وحدات صغيرة تحتوى ذرات نتروجين) ، هى الأدينين (أ)، والثيمين (ث) ، والستوزين (س) ، والجوانين (ج)، تجتمع معا ، فى وسط درجة السلم. ومن الطريف أن هذه القواعد ترتبط ببعضها من خلال مجموعة من النظم ، فالأدينين يزدوج بالثيمين فقط ويزدوج السيتوزين مع الجوانين فقط ، حيث تحتوى كل من تلك الدرجات على قاعدتين نتروجينيتين ، ولذلك ، فهى معروفة باسم «زوج القواعد» . ويوجد نفس عدد الجينات تقريبا فى كل الثدييات. القرود والفئران – الخيول والأرانب البرية – الكواجر (الأسود الأمريكية) ، والآدميين ، حيث يبلغ عدد أزواج القواعد ٣ بليون زوج .



شكل (٣٠)

أول انقسامات الزيجوت المخصب

ينقسم الزيجوت الجديد إلى خليتين ، ثم أربعة ، فثمانية ، فستة عشر . وهذه الدراسة المعدة بعناية منذ ١٨٦٤ تظهر أنه بينما تنقسم هذه الخلايا المبكرة، فتصبح صغيرة أيضا ، وخلال هذه المراحل المبكرة ، فيمكن من الناحية النظرية أن نفصل الخلايا ، كل واحدة تحت ظروف ملائمة قد تكون لديها القدرة لتنمو وتصبح بالغة، وبهذه الطريقة تبدأ القوائم المتطابقة.. إلخ الحياة، وتوفر لها آلية تكوين المستعمرات .

وعلى سبيل المقارنة ، فذبابة الفاكهة المعروفة باسم «دروسوفيلا» يوجد بها ١٥–٢٠ ألف جين ، ويوجد في ديدان النماتودا المستديرة ١٢٠٠٠ جين ، وفي الخمائر حوالى ٨٥٠٠ جين . أما بكتريا القولون ، فقد تعاقبت فيها الجينات تعاقبا شاملا، ونحن نعلم أن عدد الجينات بها ٣٢٣٧ ، نتشارك في أغلبها مع القرود ، ولكن إذا كنت ستنظر بدقة إلى التعاقب المضبوط ، فقد تجد اختلافات في حوالى ٥٪ من جملة تلك الجينات . ومع مرور الزمن ، فقد تزيد نسبة هذه الاختلافات في حيوان كالفأر إلى حوالى ٢٥٪ من تلك الجملة – على الرغم من أن ربع عدد هذه الاختلافات قد لا يكون معنويا، لأنها لا تبدل البروتينات التي تنتجها من الناحية المادية ، فالجينات داخل الجنس الإنساني متطابقة بنسبة ٩٩.٩٪ . وبذلك يكون تركيب مادة (دنا) يشبه الحروف الهجائية ، ولكن بأربعة حروف بدلا من الستة والعشرين حرفا التي تكون الحروف الهجائية في اللغة الإنجليزية . ولن نجد صعوبة في فهم أنك يمكنك الاتصال بغيرك مستخدما ٢٨ حرفا في توافيق متباينة ، وهناك ألفبائيات في كل مكان من العالم بحروف أقل من ذلك ، وذلك امتداد للفكرة بأن أربعة حروف هجائية (أ، ث، س، ج) يمكنها أن تكتب الشفرة التي تكوننا أساسيا وتجعلنا ما نحن عليه ، فليس عدد أزواج القواعد، ولكن غزارة هذا العدد هو الذي يطبع المعلومة بطابع التعقيد . فمادة (دنا) في متوسط الكروموزومات الإنسانية تحتوي على حوالى ١٥٠ مليون زوج من القواعد ، يبلغ مجموعها ستة بلايين زوجا في كل نواة إنسانية .

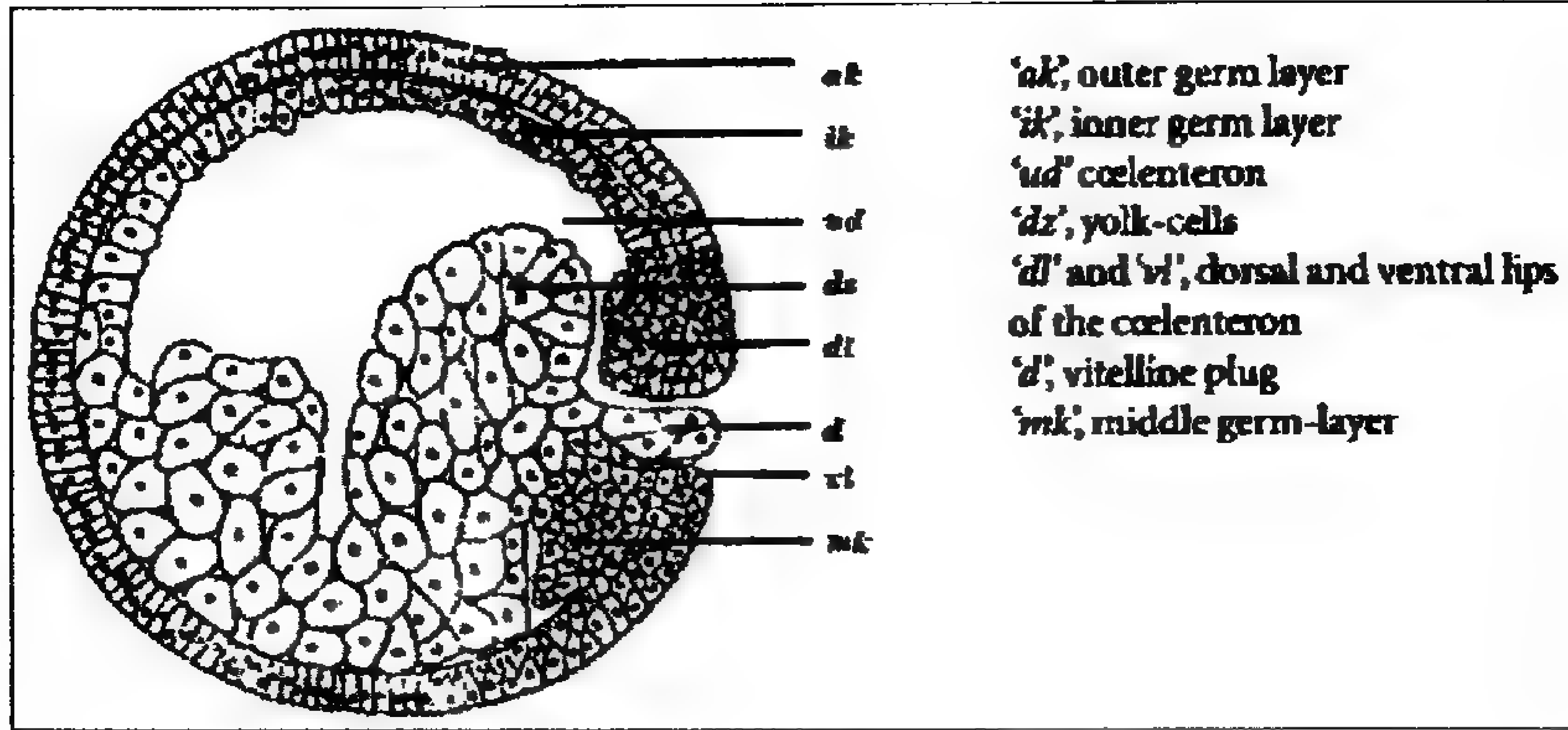
وليست أزواج القواعد كالجينات ، فهى تأخذ آلافًا من أزواج القواعد لتكوين جين واحد. وتحتوى أصغر الجينات على ما يزيد قليلا عن ١٠٠٠٠ زوج من القواعد، ويحتوى أكثرها تعقيدا على نصف مليون زوج ، وتحتوى كل نواة إنسانية على حوالى ٨٠٠٠٠ جين ، رغم أنه لا تستخدم فعلا فى كل خلية إلا نسبة بسيطة منها. تكون الجينات مسئولة عن التشفير المؤدى لإنتاج الأحماض الأمينية التى تصبح بدورها بروتينات عند تسلسلها مع بعضها فى نظام توافقى معين .

والبروتينات هى المادة الناعمة المخاطية التى تكون الخلية الحية ، ويعتبر بياض البيضة (الزلال) أفضل مثال لها ؛ فهو شفاف وزلق وهلامى المظهر ، ويسهل تغيير صفاته الطبيعية بالتسخين . وتتكون البروتينات فى الإنسان من توافيق مختلفة بين ٢٠ حامضًا أمينياً ، وتعتبر طبيعة هذه التوافيق هامة جدا لتحديد نمط البروتين الناتج ، إذ يوجد حوالى ١٠٠٠٠٠ نمط مختلف من البروتين فى أجسامنا ، يجب أن يكون تركيب كل منها صحيح تماما. تتباين البروتينات تباينا مدهشا ، فمنها الأجسام المضادة التى تهاجم الجراثيم، ومنها الهيموجلوبين الذى يحمل الأكسجين . وفى نفس الوقت ، فالإنزيمات التى تهضم طعامنا ما هى إلا بروتينات ، ومنها كذلك الهرمونات التى تجعلنا ننمو ونعرف ، ونتطور جنسيا ونشعر بالقلق . ويشكل تركيب البروتينات أمرا بالغ الأهمية ، حيث إن عديدا من الأمراض الهامة تنجم عن اختلاف - غير مرغوب فيه - فى تركيب البروتين . ومنذ الكشف عن طبيعة جزىء (دنا) ، وجد أنها تأخذ ثلاثة أزواج من القواعد لتكوين شفرة حامض أمينى واحد فى الخط الطويل لتجميع الأحماض الأمينية . وبذلك سينتج الجين المحتوى على ١٢٠٠٠ زوج من القواعد شفرة لناتج مكون من ٤٠٠٠٠ حامض أمينى، كلها مجمعة فى التتابع الصحيح ، حتى يتسق لها أن تنطوى وتتصل مع بعضها فى نظام معقد ثلاثى الأبعاد ينتج بروتينا مكتمل الفاعلية . ولا ينتج مركب (دنا) البروتينات بنفسه، بل يكون الشفرة لإنتاج جزيئات أصغر تترجم الشفرة إلى صورة تعمل كصرح لإنتاج البروتينات ، وهذه الصورة هى (رنا - الرسول) ، وهي عبارةعن جزىء (دنا) ، يمتاز بأنه يولد ذلك الجزىء . ويمكن باستخدام المجهر الإلكترونى رؤية جزىء (رنا - الرسول) . وينبثق جزىء (رنا - الرسول) من جزىء (دنا) فى الكروموزوم مثلما تنبثق الفروع من الشجرة، وتحيط بها كالأشعة أو مثلما يخرج شعر الفرشاة . ويعمل مركب (دنا) كصرح لجزيئات (رنا - الرسول) التى تصدرها الكروموزومات، ما عدا قاعدة

مـخـتلفـة تسـمى اليـوراسيل (ى) تحل مـحل الثـيمــين (ث) الخـاص بمركب (دنا) . وبمجرد اكتمال خيوط (رنا-الرسول) ، تغادر تلك الخيـوط مركب (دنا) خـلال الخلية إلى منطقـة حيث يتوقــع أن تبـدأ فيـها عمليــة الإنتـاج ، وحينئذ تتم قـراءة شـفـرة (رنا - الرسول) بواسطة النظام الجزيئى فى مـوقعه الخـاص مّن الخلية، حيث تكتمل عملية إنتـاج بروتينات جـديدة مـن هـذا المركـب . ويمكننا قـراءة الشـفـرة بأنفسنا ؛ مثال ذلك: ينتج الحامض الأمينى ليوسين فى البروتين الجديد عن تتابع شفرة القواعد : سـيـتوزين - يوراسيل - جوانين (س - ى - ج). وبالمثل، فنحن نعلم أن الشـفـرات : أدينين - يوراسل - جوانين (أ - ى - ج) لازمة لإدراج المثيونين فى سلك الأحـماض الأمـينيــة اللازمــة لتكـوين البـروتــين ؛ فـالجـينــات ليست أكـثـر من مكتـبــة تغص بالمراجع المكثفة ، وحين تحمل فى ذهنك أن كل المعلومات اللازمة لإنشاء حياة جـديدة مـوجـودة فى صــورة شـفــرات لتكـوين الإنســان فـى رأس خليــة الحـيـوان المنــوى (الذى يحتوى على أصـغر نواة فى الوجود) ، فتكون قد أدركت كنه تلك النقطة المجهرية إلى أقـصى حـد. ويمتـد الطول الكلى لجـزىء (دنا) فى كل خليــة إلى حـوالى المترين (قرابة ٦ أقدام) ، ويعتبر هـذا الجزىء حقيقة التشـفير المطلق للكائن ، ومن الصعب أن نتخيل أى نظام للمعلومات أكثر تكثيفا من هذا النظام .

ويوجد الكثير من المادة الوراثية التى تهيمن على مـعدل تكاثر (رنا - الرسـول) بجانب مركب (دنا) النشط فى كل كروموزوم ، وهى فى الحقيقة التى تقرر ما إذا كان قد حان الوقت الملائم لذلك أم لا .

ويعتـبر تنظيم التـعبير الجينى جزءًا حيويا من تنسيق الطريقة التى تعمل بها الخـلايا ، فتـؤخـذ كمـيـة من كل جين مع تلك الوظائف الحـاكمة. ونحن نوقن الآن أن الكتلــة السـائــدة مــن مركــب (دنا) فى كل نــواة لا تبــدو أبدا أنها تـؤدى أى وظيفة على الإطــلاق . ويسمى المشتغلـون بالـوراثة هذه الكتلـة «دنا الخردة» . وعلى الرغم من أن وجـودها قد خـدع الناس لعدة سنين ، فلا يعلم أحد بوضـوح سبب وجـودها . وهنــاك «خــردة» أكـثـر بكثـيـر مما يمكــن أن تكــون مـعنيــة بتنظيـم طريقـة سلوك الجينات ، وقد تكون هذه الخردة أبعد بكثير فى أهميتها من أن يفـهمـها أى شخص بوضوح .



شكل (٣١)

جنين «سمندل الماء» يبدأ التميز فى مراحله المبكرة

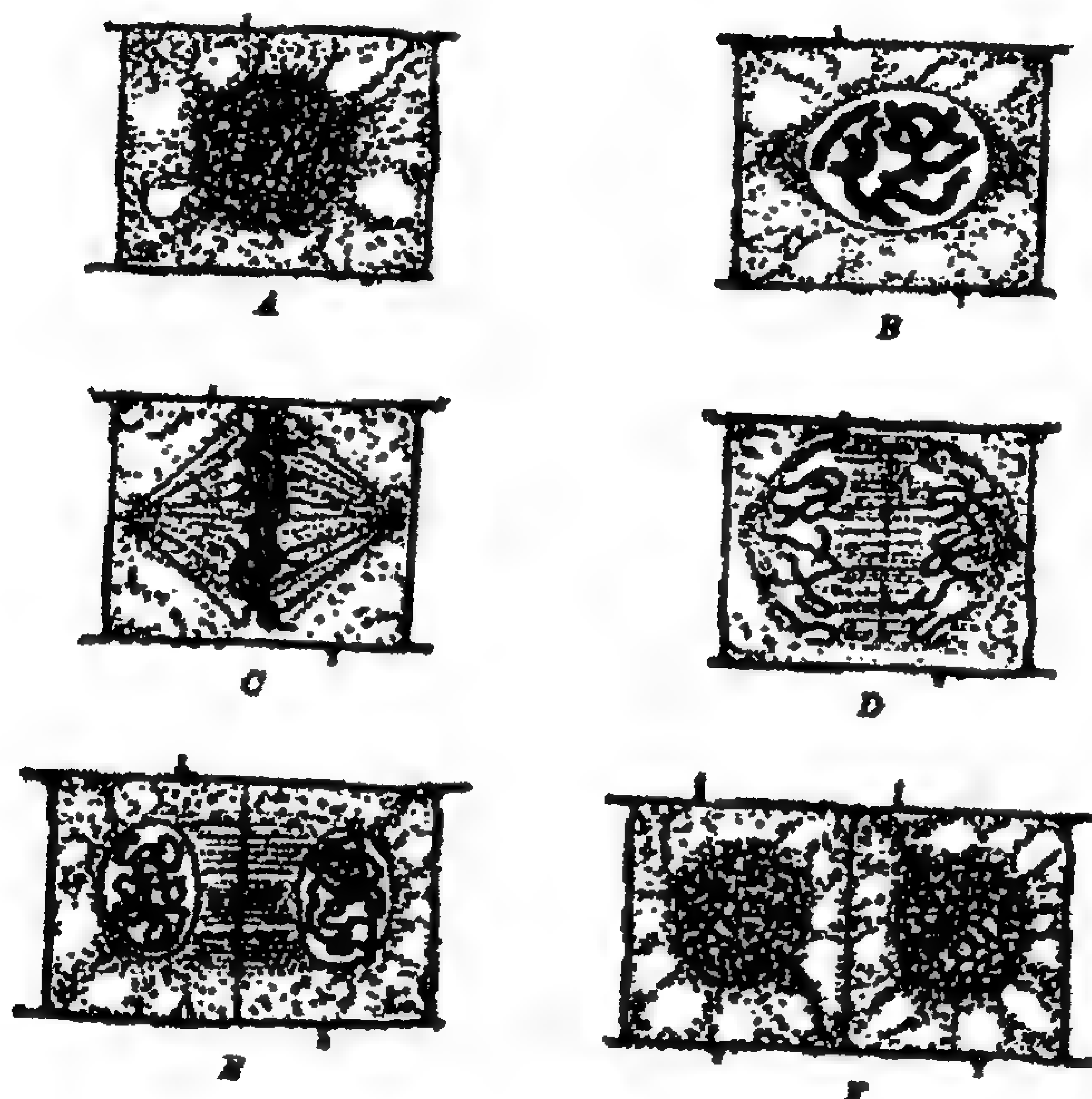
سرعان ما تبدأ خلايا الكرة المكونة من خلايا متطابقة فى التخصص إلى كرة مجوفة تشكل بدايات القناة الهضمية، فى حين يكون للجنين الدقيق الحجم مقدمة ومؤخرة محددتين ومعالم يمكن تمييزها ، ويكون حجم الخلايا الأسبق فى النشوء أكبر بكثير من حجم التالية لها .

تمثل الوظائف المنظمة للجينات ، بطريقة ما، المفتاح للأسلوب الذى تعمل به الحياة ؛ فعندما ينبثق مركب (رنا – الرسول) من مركب (دنا) ببساطة مثلما تخرج المكرونة الإسباجيتى من آلة صناعتها ، حيث يمكن للخلية أن تمتلئ بكل البروتينات فى كل الأوقات ، فالحياة تتقدم فقط بسبب طبيعة البروتينات، وفى المرات التى يتم فيها إنتاج تلك البروتينات ، فإن ذلك يحدث طبقا لنموذج سابق التحديد. وآخر شىء يمكنك أن ترغب فيه هو عبء من الهيموجلوبين ذو اللون الأحمر القانى ، الناتج عن خلايا تبتدع العدسات الشفافة فى العين ، أو كتل بروتينات العضلة المتولدة داخل الخلايا العصبية للمخ، والمعنية بالتخصص فى عملية التفكير . وبينما تبدأ فى النمو، ينقسم الزيجوت (البويضة حديثة التلقيح) إلى خلايا أصغر متطابقة ، وسرعان ما تصبح كرة الخلايا مجوفة ، ثم تستطيل متحولة إلى أنبوبة ذات رأس ونهاية ذيل متميزين ، وبينما تنتهى هذه المرحلة ، تبدأ الخلايا المتضاعفة فى إظهار الاختلافات حين تبدأ فى التخصص . وفى خلال شروحى التى أقدمها فى هذا الكتاب ، فإن بعض القدرات ذات الوجوه المتعددة للخلايا المبكرة النشوء ، يتم كبحها بينما يجرى اختيار الأخرى وتقويتها ، وذلك عمل المواد المنظمة للتشفير فى مركب (دنا) ، التى تمثل قاعدة هذا التحكم الاختيارى ، ونتيجة لدقة تركيبه أن العلم لم يصل حتى الآن إلى فهم التفاصيل الخاصة بالطريقة التى يعمل بها هذا النظام .

ومع ذلك ، فنرى نماذجَ من الأمـراض التى يمكن أن تنجم عن خلل تلك النظم . فإذا استمرت الخلايا فى الانقسام حينما كان يجب أن تتوقف ، تنتج الأورام ، وحينما تلتوى البروتينات بطريقة غير صحيحة ، فإنها لا تقوم بعملها كما يجب . وتحدث التأثيرات المخيفة للمرض الإسفنجى حين تفشل بروتينات البرايون فى المخ فى الالتواء بطريقة صحيحة ، مما يؤدى إلى ظهور الثقوب فى الخلايا العصبية ، لأن جزىء البروتين لا يلبث أن يتطابق مع مكانها الصحيح ، فجزيئات الهيموجلوبين لا تلتوى بالطريقة الصحيحة، مما يؤدى إلى المرض الوراثى «أنيميا الخلية المريضة» الذى يصاب به الزنوج ، وتكون النتيجة أن يميل الهيموجلوبين إلى تكوين ألياف طويلة رفيعة بدلا من حزم ناعمة مطوية ، وذلك حينما يكون فى حالة نزع الأكسجين منه، ونتيجة لهذا ، تستطيل الكرات الحمراء المستديرة عادة والأكياس الناعمة من الهلام بشكل عجلات السيارة ، وتصبح مستدقة الطرفين . ويسبب هذا آلاما عميقة مضجرة فى المفاصل تشكل عبئا معيقا للحركة يلازم المريض طوال الحياة. ومن الطريف أن هذه الكرات لا تصلح كمصدر لغذاء طفيل الملاريا بسبب شكلها غير المضبوط ، فلا يقاسى الوارثون لهذا المرض من الملاريا ، وبهذا تكون لهم ميزة على أولئك غير المرضى بمرض «أنيميا الخلية المريضة» ، وهناك حوالى ٤٠٠٠ مرض وراثى معروف فى العلم الطبى ، وتشكل عبئا مأساويا على العائلات التى تصاب بها .

حينما تنقسم الخلايا ، ينشق كل من الكروموزومات إلى نصفين ليتسنى لمجموعة كروموزومات كاملة أن تعبر إلى خلايا نواة كل خلية وليدة . وأول من شاهدها هو عالم النبات المتميز «كارل نيجيلى» فى عام ١٨٤٢، حيث راقب الخلايا أثناء انقسامها ، وكتب أنها «أجسام دقيقة رؤيت أثناء انشطار النويات» وسماها «مادة الخلية المنتقلة»، وهى ما تعرف الآن باسم «الصبغيات» أو «الكروموزومات» . ولكن سجلت المراحل التفصيلية لانقسام الخلية بواسطة «والتر فليمنج» (١٨٤٣-١٩٠٥) ، الذى كان أستاذا فى براغ ، وفيما بعد فى كيل بدقة ، حيث عرف كل مرحلة من مراحل عملية الانقسام وأعطاها الأسماء التى تعرف بها حتى يومنا هذا . ولما كانت هذه «المادة الليفية المنتقلة» سهلة الصبغ بالصبغات اللونية التى نستعملها لفحص القطاعات تحت المجهر، فقد سماها «والدير» عام ١٨٨٨ بالصبغيات أو الكروموزومات (مصطلح مشتق من اللفظ اللاتينى : أجسام ملونة) ، وقد سجل فليمنج ملاحظة هامة ، هى أن الكروموزومات تنشق عند منتصفها كما يحدث فى انقسام الخلية والذى يحدث فى كل كروموزوم هو أن التركيب الحلزونى للمركب (دنا) ينشطر إلى نصفين ، ينبسط كل منهما، ثم ينزلق كزمام منزلق (سوستة ثياب) من الحرير الصناعى (النايلون) مصحوبا بأزواج القواعد الجديدة التى تكون كل منها مشابهة لدرجة من درجات السلم ، وينشق

كل كروموزوم إلى كروموزومين توأمين ، حيث يلتصق كل كروموزوم مزدوج بالنهايات المقابلة له من الخيوط الدقيقة للخلية مثل حبال مظلة القفز من الطائرة (البراشوت) ، تكون هذه الحبال «مغزل الخلية» ، كما يسمى ، وتنقبض هذه الحبال فتنكمش وتصبح أقصر وأسمك، جاذبة الكروموزومات بعيدا عن بعضها ، وربما تنجذب كل من مجموعتى الكروموزومات الحديثة الانقسام إلى قطبى الخلية ، ويبدأ تكوين غشاء نووى حول كل من هذه المجموعات ، بينما تأخذ الخلية فى الضيق حول نقطة المنتصف ، ويستمر هذا الضيق حتى يتوقف عند المنتصف ، وهذه هى الكيفية التى تصبح بها خلية واحدة خليتان .



شكل (٣٢)

انقسام الخلية (ظاهرة النمو الهامة)

أعد إدوارد سينوت هذه المناظر لانقسام خلية نباتية فى أواخر الأربعينيات من القرن العشرين ، وتظهر فيها النواة العادية (١) ولا تبدو عليها أى علامة للكروموزومات، وحين يبدأ الانقسام، تظهر الكروموزومات كخيوط مزدوجة (٢) تتجمع حول مركز الخلية (٣) وبينما تنسحب هذه الخيوط بعيدا عن بعضها (٤) تكون الخلية نواتين جديدتين وليفتين وجدار جديد للخلية الناتجة (٥) .

(والآن أصبح لدينا خليتين وليفتين جديدتين، تستقل كل منهما بنواتها المطابقة لنواة الأخرى (٦) وتسم هذه العملية «الانقسام غير المباشر» أو «الانشطار المزدوج» .

شكل (٣٢)

شبكة أوعية دموية يكونها الجنين في بداية تكوينه

يكون الجنين هذه الشبكة جلبا للأكسجين والغذاء وللتخلص من الفضلات، وهذه صورة جنين دجاجة عمره ٣ أيام تم عرضه عام ١٨٧٦ ، ويلاحظ هنا ارتباط الجنين بصفار البيضة .

فى الجنين الإنسانى تكون هذه الشبكة علامة على بداية نمو خلايا المشيمة. لاحظ القلب (h) الأورطى (aa) اللذان تكونا من قبل .

تسمى هذه العملية باسم «الانقسام غير المباشر» أو «الانفلاق المزدوج»، وهى تشكل المفتاح لفهم كيفية نمو وتطور الكائنات.

وتعرض قصة اكتشاف الانقسام غير المباشر ناحية مشوقة من نواحى تطور علم الحياة (البيولوجيا) ، وتتيح لنا معرفتنا بتركيب (دنا) أن نرى ما يحدث على المستوى الجزيئى . ولكن توجد آلية أخرى ذات أهمية حيوية فى بيولوجيا الخلية .

فما الذى يحدث فى التكاثر الجنسى؟ تحتوى كل خلية طبيعية على ٤٦ كروموزوم، بواقع ٢٣ من كل من الأبوين ، وفى لحظة انقسـام الخليـة تنشطر الكرومـوزومـات ليتضاعف هذا العدد فينتج ٩٢ كروموزوما وليدا ، وحينما تتجذب هذه الكروموزومات بعيدا عن بعضها ، فنجد أنفسنا مع ٤٦ كروموزوما لكل خلية، كما سبق. ويتضمن التكاثر الجنسى حيوانا منويا وبويضة يتصلان معا ليكونا اللاقحة (الزيجوت)، التى هى عبارة عن الخلية المخصبة التى سيتكون منها الفرد الجديد . وإذا كانت كل من خلايا الجرثومة ستحتوى ٤٦ كروموزوم ، فقد تحصل فى النهاية على زيجوث يحتوى على ٩٢ كروموزوما. عند كل جيل قد يتضاعف هذا العدد ، وبعد ألف سنة، فقد يزيد وزن الكروموزومات فى الخلية الواحدة على وزن المجموعة الشمسية ، ولذلك لا بد أن تكون هناك آلية أخرى أثناء العمل. وحقيقة الأمر ، أنه يوجد نوع مختلف من الانقسام يعرف باسم «الانقسام الاختزالى» ، الذى تم كشف النقاب عنه على يد عالم الوراثة الإنجليزى المشهور «سيريل دارلنجتون» «١٩٠٢-١٩٨١) فى مبنى معهد البستنة المستقل جون إينز ، حيث بنى اكتشافه على نتائج العالم توماس هنط مورجان، حيث أظهر دارلنجتون كيفية عبور الجينات من كروموزوم لآخر ، وعمل على تفعيل الفكرة القائلة بأن التكاثر الجنسى بواسطة الانقسام الاختزالى كان السبب الرئيسى فى التغيير الجينى بين الأجيال .

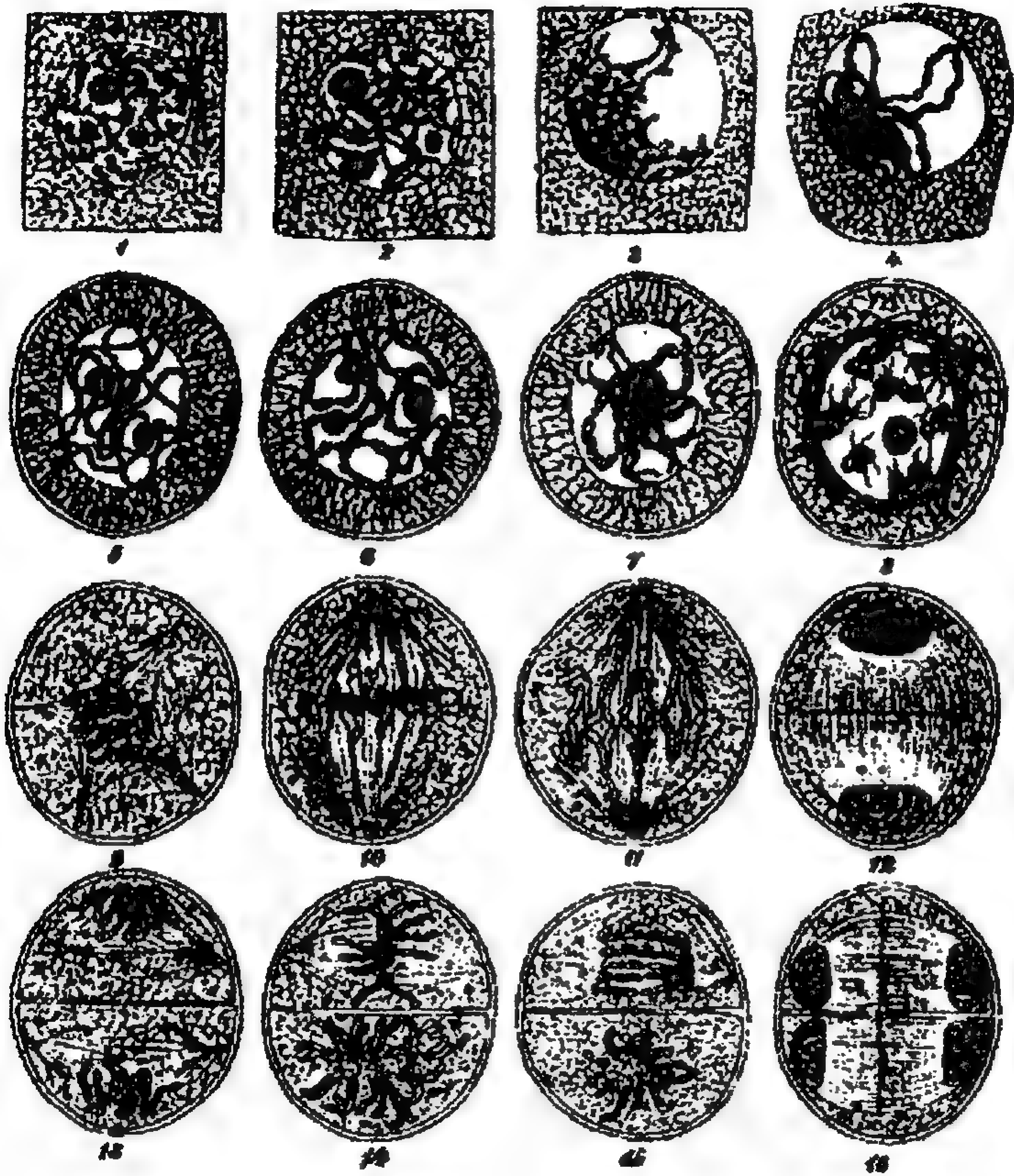
ما يحدث فى الانقسام الاختزالى هو حدوث انقسامين، واحد بعد الآخر، فتحتشد الكروموزومات عبر النقطة الوسطية فى الخلية المنقسمة وتنشطر إلى قسمين ، تماما كما تفعل فى الانقسام غير المباشر ، ولكن بعد أن يسحب المغزل مجموعتى الكروموزومات بعيدا عن بعضهما، يحدث الانقسام الثانى متعامدا على الانقسام الأول . وفى هذه المرة لا تنشطر الكروموزومات ، وإنما ينجذب نصف الكروموزومات (٤٦ كروموزوم) إلى النواتين الوليدتين الجديدتين، وبهذه الكيفية يحتوى كل من الحيوان المنوى والبويضة على ٢٣ كروموزوما فقط. وسينتج عن هذا مجموعة متنوعة من كروموزومات الأبوين، من كل منهما النصف تقريبا. تحتوى خلايا المرأة على كروموزومين ، يعرفان بخلايا (xx) ، فى حين تحتوى خلايا الرجل على كروموزوم واحد (y) وآخر (x) ويعرفان بخلايا (y) ، ويعنى «الانقسام الاختزالى» أن كل بويضة أنتجتها المرأة تحتوى على كروموزوم واحد (xx) ، بينما يحتوى نصف تلك التى فى خلايا الحيوان المنوى على كروموزوم (yx) بينما النصف الآخر يحتوى على كروموزوم (xx) ، وبهذه الطريقة يمنح الرجال طبيعة جنس المولود فى نسلهم ، ولذلك تتساوى فرص الحصول على طفل أو طفلة بنسبة ٥٠:٥٠ .

الجينات، وليست الكروموزومات ، هي المسئولة عن تحديد جنس الوليد، وفى بعض الأفراد يمكن أن يوجد الجين الذكرى علي كروموزوم (xx) ، والعكس صحيح. وبالرغم من ندرة هذه الحالات، فهناك حالات لنساء ذوات كروموزومات (xy) ، بالضبط كما لو كن رجالا ، ذوى كروموزومات (xx) ، كما تنتج بعض حالات التداخل الجنسى عن الخطأ فى موضع الجين المسئول عن تحديد الجنس والذى ينتهى فى المكان الخطأ . وربما كانت بعض نجمات الرياضات العنيفة اللاتى لديهن كافة صفات النساء ، ولكنهن يظهرن كالرجال ، فى الحقيقة ضحايا بريئة لجين متجول . وإذا ثبت أن هذه هى الحالة ، فقد لا يحدد اختبار الكروموزوم الجنسى الحقيقى للفرد : إذ قد تكون الكروموزومات الجنس (x x) ، كما لو كانت فى امرأة ، ولكن يمكن أن يكون الجين الذكرى لازال موجودا ويغير النوع النشط من الجنس .

ومن الصحيح أن الطريقة لمعرفة جنس الكروموزوم هى النظر داخل جيناته، فليست الذكورة والأنوثة بالصفات المطلقة، وإنما يشارك كل من الأبوين فى أرضيتهما، مع التميز الجنسى الذى يأتى فيما بعد.

ويمكن أحيانا أن تسجل طفلة مولودة حديثا ببظر كبير على أنها طفل ذكر، تماما مثلما يحدث مع طفل ذكر لم تنزل خصيته ويكون قضيبه صغيرا بشكل غير طبيعى، فيعتقد أنه أنثى. وتتشابه الأعضاء الجنسية لدى صغار الذكور والإناث فى أوجه كثيرة، وفى الحقيقة للرجال رحم هو «الرحم الذكرى»، وهو عبارةعن جسم صغير ملىء بسائل يوجد فى عمق العانة يتطابق تركيبه مع تركيب الرحم فى النساء. ويشيع تداخل الجنس فى الحيوان أكثر مما فى الإنسان، ففى الماعز تبلغ نسبة الماعز الحديثة الولادة بصفات ذكورة وأنوثة مختلطة حوالى ١٥٪ فى بعض السلالات، وتبلغ هذه النسبة فى الخنازير واحدا من كل خمسمائة. وفى البقر تعد العجلات الإناث من التوائم، وتعد عجلات التوائم المختلفة الجنس بقرات – من الناحية الكروموزومية – ولكن صفاتها تتضمن الكثير من صفات الثيران. وكذلك الحال فى الدجاج، فيمكنها أن تظهر تغير الجنس، فللدجاجة الناضجة مبيض واحد فعال على اليسار، بينما ينكمش الآخر إلى عضو غير تام النمو، فلو فرض أن المبيض الأيسر حدث به تلف ، نتيجة ورم مثلا، فينمو المبيض الآخر ليقوم بوظائفه، ولكنه ينضج كخصية لا كمبيض، وعند التغيير التالى للريش تنتج الدجاجة الريش الخاص بالديك . وبالرغم من كون تحديد الجنس هو دائرة اختصاص الجينات ، فيمكن أن يعتمد التعبير عن الجنس على الظرف ، فبعض الأسماك تغير جنسها بطريقة طبيعية خلال حياتها، وينتشر التوالد البكرى فى المن ، وهذا هو السبب فى تكاثرها بتلك السرعة

الكبيرة. وطوال فصل الصيف تنتج الأنثى صغارها بدون تدخل الذكر، ويتم ذلك باستبعاد الانقسام الاختزالى ، بحيث تتطور بويضاتها مباشرة لتنتج تلك الصغار ، فلا يرفع التكاثر الجنسى رأسه ثانية حتى الخريف ، حين تنتهى الحاجة إلى تفجر تكاثر غزير .



شكل (٣٤)

الانقسام المزدوج مفتاح التكاثر الجنسى

تحتاج الخلايا الجنسية إلى نصف عدد الكروموزومات العادى، ويستعاد العدد الكلى حين تندمج الخليتان وتنتجان الزيجوت، ونرى هنا دراسة من القرن التاسع عشر قام بها ستراسبورجر مظهرًا كيفية حدوث الانقسام الاختزالى، ويمكن رؤية الانقسام العادى لخلية حتى رقم ١٢ ، بينما يبدأ عند ١٣ انقسام ثان، متعامد على الأول الناتج عن الانقسام الأخير (١٤-١٦) ويخصص نصف عدد الكروموزومات لكل خلية للانقسام .

تبين نتائج بحوثنا على الكروموزومات أنها مؤلفة من ثلاثة أجزاء رئيسية ، حيث يشكل تتابع مركب (دنا) المكون الوراثي الرئيسي من الكروموزومات ، ولكن ينتهي كل من طرفي هذا المركب بجزء نهائي مكون من سلاسل قصيرة من (دنا) تعرف بالتيلوميرات، تتكرر مرات عديدة . ويبدو أن هذه «التيلوميرات» تشكل نوعا من آلية التوقيت، حيث إنها تزداد في القصر مع كل انقسام خلوي، وفي النهاية، حينما يحل وقت نهاية حياة الكائن، تكون هذه المكونات قد بلغت من القصر الحد الذي يبطئ عنده الانقسام الخلوي ويموت الجسم . وبالرغم من كل معلوماتنا الطبية ، فلم ننجح في إطالة الفترة الكلية لحياة الإنسان . بالرغم من توقع ازدياد متوسط عمر الإنسان، فمن الواضح أن هذه التيلوميرات هي وسيلة الطبيعة لضمان انتهاء صلاحية كل جيل ، وإفساح الطريق للجيل التالي . ويقع الجسم الخلوي المعروف باسم (سنترومير) في مكان ما بالقرب من مركز الكروموزومات ، حيث يلصق المغزل نفسه خلال انقسام الخلية ، ونحن لا نعلم في الوقت الحاضر إلا القليل جدا عن هذا «السنترومير» الذي أصبح مصدرا ثوريا للكثير من البحوث .

ترتبط الأخطاء المحتمل حدوثها ، بكثرة التعقيد داخل جزيئات مركب (دنا) ، وبالنشاط البالغ الكثرة داخل الجينات ، حيث تحوي الخلايا نظما دقيقة في جيناتها تساعد على اكتشاف التلف وتصحيحه ، ولكنها تخطئ في إيجاد أزواج القواعد الجديدة في تركيب منتظم، ويفسر هذا كيفية حدوث الطفرات ، وكقاعدة تسبب طفرة واحدة مشاكل للفرد ، حيث تحدث هذه الطفرة، ولكنها في نفس الوقت تصلح كوسيلة لاختبار الخلية وقياس الكيفية التي تسلك بها التغيرات الجينية . ورغم أن الأدوات كانت متاحة من قبل اختبار مركب (دنا) ، فالمشكلة كانت في أن الجزيء نفسه صغير، وبالغ التعقيد، وفضلا عن ذلك ، فقد تم تدميره خلال عملية التحليل ، وقد توصل عالما الوراثة الأمريكيان هوبرت بومير وستانلي كوهين في عام ١٩٧٢ إلى اكتشاف مثير، فقد أعلنا عن كيفية تكبير عدد الجينات ، باستخدام إنزيمات محددة ، تقتطع قسما من مركب (دنا) وتعيد تركيبه في (دنا) خلية أخرى، وقاما بدس عينة من (د.ن.أ) في خلية بكتيرية سريعة النمو مثل بكتريا القولون ، لأن ذلك مكنهما من إنتاج أعداد شريحة (دنا) بتنمية البكتريا في مزرعة ، وبهذه الطريقة، تمكنا من عمل بلايين النسخ من شريحة (دنا) – أكثر من الكفاية للتحليل والاختبار بكثير من التفصيل . فإذا احتوت الشريحة على الجينات الحاملة لشفرات إنتاج هرمون ما مثل الأنسولين ، فحينئذ تعني زراعته

فى النظام الوراثى لبكتريا القولون إمكان تنمية البكتريا فى خزانات، وحصاد الهرمون تماما كما لو أنك تنتج الكحول من الخميرة . وتصلح هذه التقنية بالذات فى إنتاج إمدادات من الأجسام المضادة بإدخال الجينات المسئولة عن إنتاج الأجسام المضادة فى خلايا بكتريا القولون فتنتج بلايين النسخ المتطابقة من الأجسام المضادة ، لذلك تمثل هذه التقنية ضربا من الاستنساخ ، لأنها تنتج أجساما مضادة كلها متطابقة ، وتعرف هذه باسم «الأجسام المضادة ذات الاستنساخ الوحيد» .

وبينما كان النظام الجديد الخاص بتقنية «إعادة إدماج» (دنا) يتطور ، أمكننا تطوير طرق سريعة وأكيدة لرسم خريطة التتابع الصحيح لأزواج القواعد فى شرائح (دنا) . ويتيح لنا تحديد النظام الذى تنتج به الأحماض الأمينية من (رنا– الرسول) الناتج. ونحن نعلم الآن أن الجينات المسببة للتليف الحوصلى ، على سبيل المثال، فقدت ثلاث قواعد من جملة ٢٥٠٠٠٠ قاعدة فى كل الجين . وقد تم من قبل رسم آلاف من الخرائط الجينية للإنسان بهذه الطريقة، ويهدف المشروع الدولى لخريطة الإنسان الوراثية (مشروع الجينوم) إلى استكمال خرائط الجينات فى كل كروموزوم إنسانى فى باكورة الألفية الثالثة. ويمكننا بهذا أن نتعرف فى بعض الأحيان على الأصحاء الذين يحملون جينات ذات طفرات ، كما تمكننا هذه التقنيات الجديدة أيضا من تغيير مركب (دنا) حسب الرغبة ، فإذا كان ذلك الجين موصولا بنظام الخلية الذى نشأ منه، فيمكنك حينئذ أن تغير التركيب الجينى للخلايا ، وفى بعض الحالات ، يمكنك حقن مركب (دنا) – (الذى تم إصلاحه) مباشرة فى نواة الخلية. وتشكل خلايا النخاع العظمى (التى تنتج خلايا الدم للجسم كله) أحد مصادر الخلايا التى يمكن إزالتها ، وإصلاحها وإدخالها إلى الجسم مرة أخرى .

يمكن التعامل مع الأمراض الأخرى بطريقة مختلفة ، وذلك بإدخال شرائح من (دنا) فى فيروس ، ثم استخدام الفيروس لإعادة مركب (دنا) الذى تم إصلاحه إلى الجسم ، فالفيروسات ماهرة جدا فى هذا الصدد عند حقن (دنا) فى الخلايا العائلة . ومما يبعث على الرضى فى أغلب الأحيان أن نستأنس الفيروس ونوظفه فى حمل الجينات التى سوف تساعد فى شفاء الناس، بدلا من أن تمرضهم .

يوجد مدخلان يمكن استخدامهما للتعرف علي نوع البروتين : أولهما، أنه يمكن أحيانا التعرف على البروتين غير الصالح بواسطة تركيبه الطفرى ، وحينئذ نعود للعمل

على الجينات التى تعمل شفراتها على إنتاج ذلك البروتين . وإذا استحال ذلك، فيمكن أن نلجأ للبديل الثانى ، باستخدام تقنية موضعية ، وهى إيجاد الجين الذى حدثت به طفرة أولا، إما بالعثور على موقع الجين المماثل فى الفئران أو بإعادته مباشرة إلى موضعه الأصلى من التركيب الجينى. وتقدم هذه التقنية أملا جديدا فى مستقبل العلاج لمثل هذه الأمراض ، كالأمراض المتعلقة بالجهاز العصبى والجهاز العضلى. وقد يقدم علاج الجينات حلا سريعا لشفاء تلك الحالات القاتلة التى لا علاج لها فى الوقت الحالى ، مثل التليف الحوصلى وفقر الدم الوراثى .

وهناك أيضا أمراض وراثية يدرسها علماء الوراثة ، منها ما يسبب سرطان الثدى ، أو المستويات المرتفعة الخطرة للكولسترول فى الدم التى يدرسها علماء الوراثة، لأن علاجها قد ينتج عن علاج الجين أيضا .

ويمكننا أن نعمل علي شفاء عديد من الأمراض بمنع الجينات فى داخل الخلية من إنتاج نواتج ضارة . فإذا استطعنا أن نحجب نشاط الجين أو نوقف (رنا – الرسول) التابع له من حمل معلومته ، فقد يطرد الناتج الضار ويمكن شفاء المرض. والمثال واضح على ذلك ؛ إذ ينتج «الجسم المضاد» بواسطة الخلايا التى تتعرض للهجوم من «مولد الجسم المضاد» ، وهو بروتين يمكنه تدمير تلك «الأجسام المضادة» . ويتكامل وجود «مولد الجسم المضاد» بوجود «الجسم المضاد»، فهما مقترنان معا، وبذلك يتم تثبيط «مولد الجسم المضاد»، فهو موجود على سطح الخلايا المنتجة للمرض والتى تستثير إنتاج الأجسام المضادة، التى يستمر بعضها مدى الحياة (إذا أصبت مرة بالعنوى، فسوف تظل منيعا ضد الإصابة بها مدى حياتك بعد ذلك) . ولكن المناعة ضد الأمراض الأخرى لا تستمر طويلا ، لذلك ، فإنك تحتاج إلى الحصول عليها من وقت لآخر. وعادة تغير جراثيم عديدة (مثل فيروسات البرد والأنفلونزا) العلامات المميزة لسطوحها ، كى تخطئها المضادات الحيوية الجاهزة ، فلا تثبط نشاط هذه السلالات الجيدة .

وعلى أى حال ، فلماذا لا نستخدم نفس النظام ضد الأمراض الوراثية ؟ فنحن نقول أن التتابع العادى لمركب (رنا – الرسول) ، مبنى «بالمعنى الصحيح للبناء» ، وذلك لكى يعمل بالطريقة «الصحيحة» ، ولكن ماذا يحدث إذا كنا سنكون خيوطا من (رنا – الرسول) ؟ قد يكون هذا الخيط مبنيا بناء «غير صحيح» ، فقد يزدوج كما لو كان (رنا)

«صحيح» ويتم تحييده. ولذلك، فكل ما عليك أن تفعله هو أن تنتج خيطا من (رنا – الرسول) تتكامل فيه كل القواعد الآزوتية، كما يلى :

٣ – س – ج – ى – أ – ٥ : فهذا بناء «صحيح» لمركب (رنا – الرسول) ،

ولكن ليس كما فى الصورة التالية :

٥ – ج – س – أ – ى – ص: فهذا بناء «غير صحيح» لمركب (رنا – الرسول)، فحينما يلتحق (رنا – الرسول) بالخيط العادى، تتوقف عملية النسخ، بحيث يطابق كل منهما الآخر ، مثلما يفعل «الجسم المضاد» مع «مولده» ، ولا يتمكن الرسول غير المرغوب فيه من إحداث تأثيراته. ونحن نعلم أن فاعلية هذه الفكرة قد ثبتت إبان البحث عن وسيلة للحفاظ على الطعم الطازج للطماطم، حيث تعد الطماطم التى تباع فى المحال أقل درجة بكثير من تلك الحديثة القطف من الحقل . وكان صنف الطماطم «فلافر سافر» أول تطبيق تجارى لهذا المبدأ، حيث سرعان ما فقدت ثماره نكهتها بسبب نشاط الإنزيمات فى تكسير المركبات المكسبة لطعمه الجيد ، وقد قدم الصنف الجديد للطماطم المهجنة إلى السوق لأنها تحتوى جينا إضافيا، ينتج (رنا) – «غير صحيح»، يثبط نشاط الإنزيمات – المفسدة للنكهة – إلى حد كبير ، وبذلك لا تتعرض النكهة للتدمير بهذه السرعة. وتتميز هذه الطماطم المهجنة باحتوائها على ١٠٪ فقط من كمية الإنزيم، ولذلك ، تستمر نكهتها لفترة أطول بكثير .

تنعقد آمال على أن تمتد هذه الفكرة إلى علاج المرضى، فقد ظهرت نتائج مختلطة لاستخدام العلاج بالجين «غير الصحيح» لمرض «الورم الليمفاوى» ، ولكن علاج الورم القتامى الخبيث قد بدأ فى إظهار بعض النتائج الإيجابية المشجعة ، ويجرى الأمر على النمط التالى : حيث توجد علامتان تعرفان باسم العقدتين العصبيتين : (جم-٢، ج د-٢) ، على سطح خلايا السرطان، بما فى ذلك خلايا «الورم القتامى»، فيعمل (ج م -٢) كمولد للجسم المضاد ، ويمكنه أن يستثير إنتاج الأجسام المضادة للعقدة العصبية (ج م – م -٢)، التى غالبا ما تعلم كما لو كنت تحصن شخصا ضد خلاياه السرطانية. وكان البحث يقترح من قبل أنه يمكن مساعدة مرضى الحالات المتأخرة من الورم القتامى بهذا العلاج . وتستعمل المركبات المستخرجة من دم حيوان البطلينوس لتفعيل هذا العلاج الناتج . ولا يبدو أن هذه «اللقاحات» تحدث أى تأثيرات جانبية ، ولذلك، فمعدلات النجاح باستعمالها واعدة .

يوجد الجين «غير الصحيح» فى الطبيعة، بالرغم من أننا نجهل المدى المحتمل لانتشاره، ولكنه يوجد بصورة طبيعية فى الآدميين والفئران ، حيث يسبب انسداد عامل النمو، وهو جين ينتج شفرة لتخليق «مستقبل عامل النمو (١–ع ن – ٢)» الذى يورث من الأب فقط (وليس من الأم). وقد اكتشف عقار لعلاج الجينات «غير الصحيحة» يسمى «ج ب ى - ٢ أ»، وهو لا يزال تحت الاختبار فى كندا كعلاج لمرض نقص المناعة المكتسب «الإيدز»، حيث يثبط تضاعف الفيروس، وقد يوقف عملية نسخه . ويمكن أن تنتشر تطبيقات استخدام العلاج بالجينات «غير الصحيحة» فى الطب، بما فى ذلك مرض «الزهايمر» ، والسرطان، واعتلال القلب ، وطائفة من الأمراض الالتهابية، مثل التهاب المفاصل. ولكن لن يكون هذا سهلا كما يبدو، إذ أجريت بعض المحاولات الأولى كتجارب على القرود. ويبدو أن فاعلية العقار نجحت كما كان متوقعا – ولكن قاست كل الحيوانات من نوبات قلبية، لم يكن يتوقعها أحد ، مما يذكرنا بأن الأفكار التى تبدو جيدة على الورق ، نادرا ما تترجم بهذه السهولة إلى ممارسات طبية .

وسوف تكون التقنيات الحديثة عونا له شأنه فى البحث، مع وجود مثل هذه الإمكانيات مستقبلا، حيث يمكنك الآن شراء أجهزة تبنى (دنا) تجريبى يمكن التحكم فيه ، وتدخل أزواج القواعد فيه بالضغط على الأزرار ، وتؤكد دخولها الذى يظهر على شاشة رقمية، ويمكن للجهاز أن ينتج خيطا من (دنا) بالتتابع الذى تختاره بالضبط. والأمل معقود على أن تبتكر جينات صحية يمكنها أن تحل محل الجينات المسببة للأمراض. وعلى أية حال ، (حيث ثبت نشوء مشاكل غير متوقعة من ظهور (رنا – الرسول) – «غير الصحيح» ، فنحتاج إلى معرفة الكثير عن العمليةالتى تقوم بها هذه المواد قبل أن نبدأ فى إدخال الجينات المخلقة فى الخلايا.

كان ابتكار كروموزومات جديدة تستطيع حمل العلاجات مباشرة إلى داخل الخلايا، هو أحد الآمال البعيدة المنال، فصنعت أول كروموزومات صناعية من خلايا الخميرة فى عام ١٩٨٧، والآن صـــنع أول كروموزوم ذاتى التركيب للخلايا الآدمية بواسطة جماعة هنتيجتون ف . ويلارد بجامعة كيس ويسترن ريزيرف بمدرسة الطب التابعة لجامعة كيس بغربى ريزيرف، كليفلاند، ولاية أوهايو. وضعت هذه الجماعة ثلاثة شرائح من (دنا) معا ، بعضها من (دنا) الطبيعى ، وبعضها من «التيلوميرات» وبعضها من (دنا) الألفا المرافق الذي يعتقد أنه هام لعمل تلك «السنتروميرات»

الغامضة ، وكانت النتيجة أن رتبت تلك المكونات نفسها فى كروموزوم جديد ، بعدما حقن فى خلايا مزرعة أنسجة ، وترك لينقسم انقسامات متعاقبة لمدة ستة أشهر .

وإذن فتوفر دراسة هذه الكروموزومات الصناعية فرصة فريدة للتعرف علي تفاصيل الكيفية التى تعمل بها الجينات، ويشكل هذا النموذج واحدا من أكثر التقنيات الواعدة للحصول على معلومات لا يداخلها الشك عن تنظيم الجينات. ومن غير المحتمل أن تستخدم هذه التقنيات فى علاج الجينات فى القريب العاجل، إذ أن حجم الجينات أكبر بكثير من أن ينقل بواسطة الفيروسات، فى حين أننا لا نملك أى وسائل أخرى لإدخال تلك الجينات فى الخلايا .

أظهرت نتائج العديد من التجارب أن الجينات الآدمية يمكنها الحياة داخل الفئران التجريبية، ولكن هذه التجارب لم تنجح فى نقل أكثر من ٢٠٠ جين فى المرة الواحدة. وفى عام ١٩٩٧ أدخلت كروموزومات آدمية كاملة فى خلايا الفئران التى تحتوى على ٤٠ كروموزوم، واستمرت هذه الحيوانات فى الحياة كأن شيئا لم يحدث، وقد قام بهذا العمل فريق العمل تحت رئاسة كازوما توميكوزا الذين يعملون فى معمل كيرين لتقنيات الجعة فى يوكوهاما باليابان، فقد أظهرت نتائج أبحاثهم، فضلا عن أن الكروموزومات الآدمية استطاعت إضافة نفسها إلى كروموزومات الفئران، فقد تمكنت الفئران من النمو والاستمرار فى ممارسة حياتها بدون تأثيرات معاكسة، وكان على كل من هذه الكروموزومات ١٠٠٠ جين بما يعادل ٢٠ مرة لما تم نقله من قبل، ويبدو أن خلايا الفئران تتجاهل الكروموزومات المنقولة من الآدميين، ولكنها أظهرت الاستجابة الصحيحة للمؤثرات، فقد حولت الجينات التى يفترض فيها أن تكون نشطة فى مناطق محددة من الجسم الإنسانى نفسها، إلى نشيطة أو خامدة على طول جينات الفئران، ويتضح من ذلك أن الكروموزومات يمكنها أن تعمل فى أجناس مختلفة، وقد يمكن شفاء عديد من الأمراض (مثل مرض الكوازاكى) بواسطة الأجسام المضادة، وتنتج هذه الأجسام حاليا بواسطة معمل الفئران بشركة أمريكية فى مدينة فوستر ، بولاية كاليفورنيا .

ويشكل التحقق من أن وجود الجينات فى الكروموزومات يعتبر فى غاية الأهمية لكى نفهم الكائنات عديدة الخلايا، ولكن هذا ليس كل القصة، فهناك جينات داخل الخلايا تقع خارج النواة ولا تشارك فى الانقسام الاختزالى، وتتناثر أجسام تشبه

«السجق» فى السيتوبلازم، تعرف باسم «الميتوكوندريا» التى تنطلق منها الطاقة فى الخلية، فهى - كما سبق ذكره - مصدر «قوة الخلية». وقد استمرت فكرة أن الميتوكوندريا بدأت كخلايا بكتيرية مستقلة واتخذت من الخلايا مقرا لها، مع تقدم النمو، كما كان معتقدا لفترة طويلة أن النباتات الخضراء اكتسبت الكلوروفيل الذى تحتوى عليه البلاستيدات فى صورة طحالب تعيش مستقلة، فإذا كانت هذه الحال فإنك قد تتوقع أن أسلاف هذه الكائنات قد تحتاج لمركب (دنا) الخاص بها، ولن يثير الدهشة أن نجد مركب (دنا) فى الميتوكوندريا والبلاستيدات .

وإذا نظرت إلى نبات وحيد الخلية مثل طحلب الكلاميدوموناس، (الذى يحتوى على بلاستيدة وحيدة الخلية)، فسوف تجد ٥٠٠-١٥٠٠ جزىء (دنا)، تشكل ١٥٪ من محتوى (دنا). وتحتوى خلايا ورقة خضار البنجر ٣٥-٤٥ بلاستيدة للخلية وحوالى ١٠٠ كروموزوم دقيق داخل كل بلاستيدة، تشكل فى جملتها ١٠٠٠-٦٠٠٠ جزىء (دنا) داخل بلاستيدات كل خلية، كما تحتوى خلايا الخميرة حوالى ٣٠ ميتوكوندريا بكل منها ٥٠٠٠ جين، بينما يمكن أن تحتوى الخلية الآدمية على ١٠٠٠ ميتوكوندريا. تحتوى كل خلية نشطةعلى (دنا) مستمد من الأم، وهذه الجينات لا تتبع قوانين الوراثة، فهى لا تصطف لتشارك فى انقسامات الخلية، وفى الحقيقة لا يبقى عدد الكروموزومات فى البلاستيدة (أو فى الميتوكوندريا) ثابتا، فيحتوى سيتوبلازم البويضة على أعداد كبيرة من الميتوكوندريا، وبذلك تصبح الكمية الكلية فى البويضة المخصبة أكبر دائما من كميته التى تشارك بها الكروموزومات من الأبوين مجتمعين، ويأتى مركب (دنا) الحر من الأم، وقد تبنى مندل أحد معتقدات النظرية الداروينية وقوانين الوراثة، وهو أن الصفات القابلة للتوريث يجب أن تنتقل بدون أى مساهمة من الوالدين، وقد شكلت هذه النتيجة الإجابة على الأفكار التى افترضها لامارك، الذى ظن أن حيوانات الزراف اكتسبت رقبتها الطويلة نتيجة لمطها وانتقلت هذه السمة إلى صغارها. وتقضى فكرة «البقاء للأصلح»، بأن الرقبة الطويلة قد تطورت إلى شكلها الحالى عبر الأجيال نتيجة موت الحيوانات ذات الرقاب الأقصر، وبذلك عاشت الحيوانات التى تستطيع الوصول إلى مستوى أعلى لفترة أطول، وأنتجت أنسالا أكثر. ويفتح مرور مركب (دنا) فى سيتوبلازم البويضة طائفة من الاحتمالات المختلفة التى يمكن بالتأكيد أن تتضمن انتقال بعض الصفات المكتسبة خلال فترة الحياة إلى الجيل التالى. وبعض الظروف القابلة للتوريث (مثل سوء التغذية العضلى) ترتبط بمركب (دنا) السيتوبلازمى والمركبات الأخرى المحتمل اكتشافها .

ويشكل فهم الوراثة الإنسانية موضوع البحث الذى سيكشف بالضبط عن حجم مشكلتنا فى هذا الفهم وهو موضوع بحث مشروع «التركيب الوراثى الإنسانى» (الجينوم الإنسانى)، الذى بدأ التخطيط له فى عام ١٩٨٦ وبدأ تنفيذ برنامج، كمجهود مشترك لتعريف كل الجينات المقدرة بعدد ٨٠٠٠٠ جين فى (دنا) الآدمى. وسيكون على العلماء أن يعملوا على تحديد تتابع ٣ بليون قاعدة نيتروجينية فى مركب (دنا) الآدمى، كما أن عليهم التوصل إلى مذكرة تحدد الإطار الأخلاقى لمثل هذا البحث الوراثى. وبما أن جينات (دنا) تأتى من عدة مصادر، فلن يمثل تتابع وحداته شخصا بذاته. وتعتبر أكثر خرائط الجينومات (ترتيب الجينات) الآدمية اكتمالا، تلك التى صدرت فى عام ١٩٩٧، وفيها تم عرض حوالى ٨٠٠٠ علامة مميزة للجينات (ضعف ما سبق عرضه)، متضمنة بعض أجزاء من كروموزومات معروفة تفاصيلها الدقيقة، ولذلك، فإن أقل من ١٠٪ من عدد الجينات هى التى تم تقدير تتابعها، حيث تركز البحث أساسا على تطوير طرق سريعة يعتمد عليها لتحديد تتابع الجينات على الكروموزوم فى الخرائط الجينومية أكثر من التركيز على عمل خريطة الجينوم نفسها، ولكن الآن تتقدم عملية إنتاج الخريطة بسرعة. ويسهم علماء من حوالى ٥٠ دولة فى هذا المشروع، بما فى ذلك استراليا والبرازيل وكندا والصين والدانمارك، والاتحاد الأوربى وفرنسا وألمانيا وإسرائيل وإيطاليا واليابان وكوريا والمكسيك، وهولندا وروسيا والسويد والمملكة المتحدة والولايات المتحدة الأمريكية .

وتمثل إماطة اللثام عن حقيقة الجينات الآدمية مشروعا يمكن بوضوح أن يفتح أعيننا على طرق جديدة لمعالجة الأمراض المأساوية، ولكنه يجلب معها مشاكل لم نواجهها من قبل . وتتمثل إحدى هذه المشاكل فى المسئولية التى تمليها علينا معرفتنا الجديدة، وبمجرد أن نعرف جيناتنا يمكننا بطرق بسيطة – مثل استخدام مجموعة اختبار الحمل المستخدمة الآن – أن يمكن اختبار جينات متخصصة. وبطبيعةالحال، تؤسس شركات التأمين حساباتها على المخاطر التى يمكن إثباتها (أو تخمينها بصورة جيدة، إذا كانت هناك سوابق يمكن بناء الحسابات عليها). وإذا كان نصيبك هو أن تؤوى جينات تسبب ظرفا يمكن أن يقصر من حياتك، أو يتلف صحتك، فحينئذ، يمكنك أن تحظى بفرصة أن تقتبسك هذه الشركات كشىء نفيس، فى حين لا يحظى بهذه الفرصة شخص يخلو من هذا التعويق. وإذا كانت المطالبة بأن يخضع الناس للاختبار تمثل قيدا على الحرية، فلا يمكن لأحد أن يمنع شركة من تقديم خصم للناس ذوى سجل الاختبارات الخالى من الأمراض .

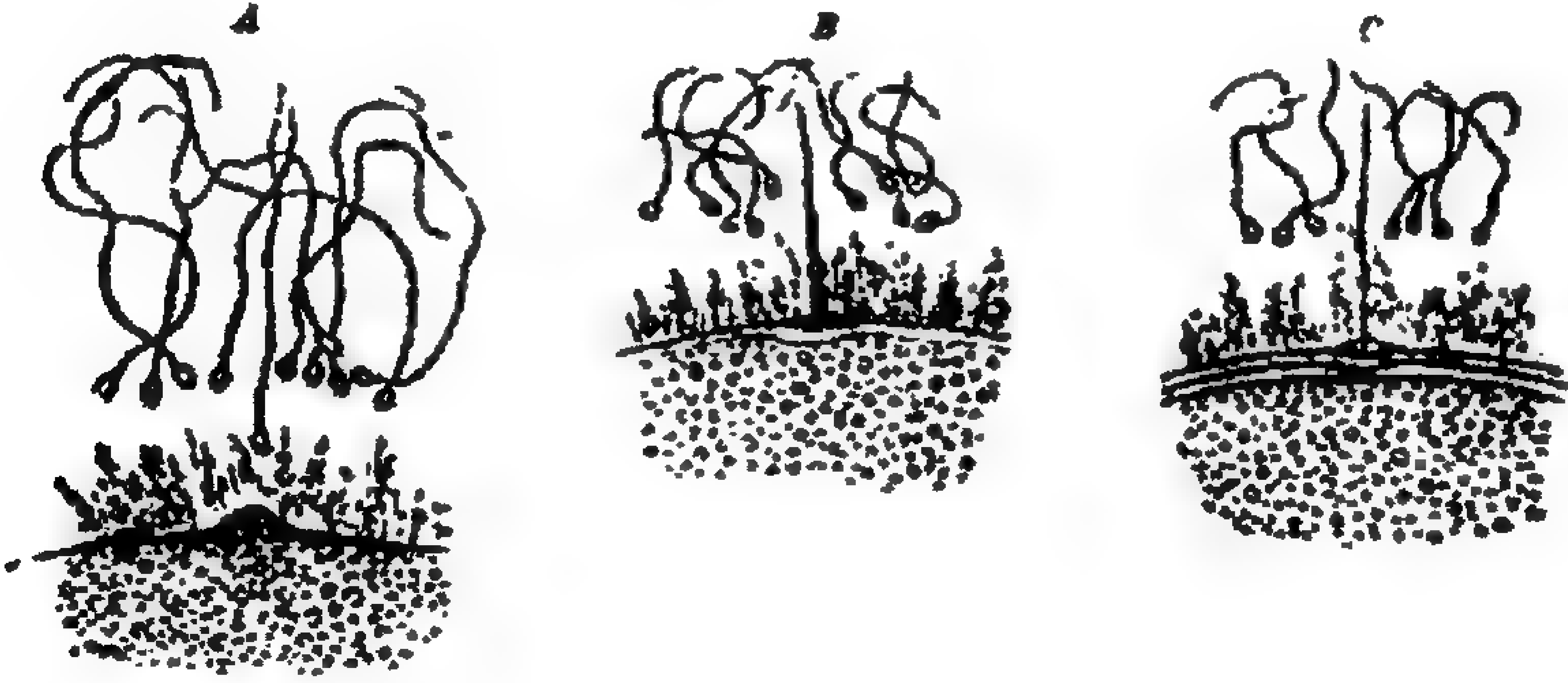
وقد سبقت إرهاصات لهذا الاتجاه، فمنذ منتصف الثمانينات من القرن العشرين، تستفسر شركات التأمين على الحياة عما إذا كان المتقدم للتأمين قد سبق له إجراء اختبار لإصابته بمرض فقد المناعة المكتسب (الإيدز)، ودائما يصدمنى هذا السؤال: فلم يكونوا يسألون عما إذا كنت موجبا لهذا الفيروس، ولكن عما إذا كنت قد أجريت هذا الاختبار. وقد تم تنبيه بعض من المهملين فى عادات الاتصال الجنسى بوضوح إلى هذا الخطر – من الذين كانوا يتعرضون للمخاطرة بالإصابة بهذا الفيروس، وخاصة الذين لم يفكروا فى الخضوع لهذا الاختبار. ورغم المخاطر المحتملة فى عاقبة أن يفشل أحد كبار المسئولين فى اختبار الفيروس الذى يرغب فى إجرائه كاحتياط حكيم يجريه عند التأمين على حياته ، تثار أسئلة مشابهة عن الاختبارات الجينية، لا تزال بغير إجابة عن اقتراحات التأمين .

وقد أظهرت دراسة حديثة أجريت على أكبر ٥٠٠ شركة أمريكية للتأمين أن ٣٪ فقط منها كانت مهتمة بفكرة المسح الجينى للموظفين الجدد، وتعكس هذه الدراسة وجهة النظر الحالية فقط؛ ولكن ينتظر فى المستقبل أن يزيد تركيز الاهتمام على هذه المسائل، حيث نواجه بحالات معقدة، منها أن رئيس العمل لا يستطيع – طبقا للقانون البريطانى – أن يفصل موظفا معوقا بسبب خلل فى جيناته، وكذلك لا يمكن فصله على أساس عدم قدرته. ومع ذلك، فقد تم استبعاد متقدم لوظيفة بسبب اختبار جينى أفادت نتيجته أن المتقدم للوظيفة قابل للإصابة بمرض، ولذلك، فيجب إجلاء هذه الأمور. وفى عالم اليوم، يمكنك أن تمنع من التوظف بحكم القانون على أساس حالة لم تبدأ بعد فى معاناتها – ولكن لا يمكن فصلك من هذه الوظيفة إذا كنت مصابا بها من قبل، وهذه مسألة تحتاج منا إلى التعامل معها بصورة عاجلة، لأنها يمكن أن تفرض عبئا مروعا على الناس الذين كانوا من قبل يواجهون مشاكل صحية يجدها أغلبنا لا تحتمل .

يقلقنا بالرغم من ذلك الانتشار الواسع لفكرة استحداث أنواع جديدة من الكائنات، وبعد كل هذا، فإذا كنا سنعمل على زراعة جينات آدمية فى كائنات أخرى، فهل يمكن ألا نتمكن من عمل نوع صناعى كامل جديد؟ وليس هذا بجديد، فقد كنا نعمل هذا منذ آلاف السنين، وكثير من الأنواع تشكل بعضا من أكثر صور الحياة المألوفة لنا. فليس هناك جديد فى استحداث حيوانات ونباتات جديدة، ولا ينبغى أن يقلق أحد قلقا زائدا بسبب صورة ما سيحدث. فالخراف والماعز والخيل والماشية والكلاب والقطط كلها حيوانات ابتدعتها عبقرية الإنسان، وتم إبعادها كثيرا عن الحالة

البرية التى يوجد أقاربها عليها. فالكلب هو نوع جديد استحدثه أسلافنا الذين عاشوا فيما قبل التاريخ، ولا أحد يعرف بالضبط كيف قاموا بذلك.

وبالمثل ، يمكن القول بأن النباتات التى نستخدمها لكي نعيش، فالقمح والشعير والشوفان والجاودار كلها أنواع ابتدعها الإنسان، فبعضها مثل الذرة والموز لا يمكنها حتى أن تعيش بدون مساندة آدمية. وهناك بعض سلالات الكلاب والحمام والأسماك الذهبية قد شوهت بصورة شاذة، حيث تم تنفيذ تلك التجديدات الوراثية بواسطة التهجين، ويمكننا الآن أن نعرف الجينات ونتقلها من كائن لآخر بناء على أسس علمية. ويبدو من المدهش أن نتائج اليوم عن الهندسة الوراثية كانت غير مؤثرة بالمقارنة إلى النتائج الماضية، فنتائج اليوم تتضمن زهرة بيتونيا حمراء وسلالة أرز عالية الإنتاجية. ويفيد كل تاريخ الإنسان المعلوماتى أن الإنسان لم ينجز عملا مميزا مثلما أنجز من تجارب فيما قبل التاريخ، تم فيها استحداث أنواع جديدة من الكائنات ثم تطويرها لكى تكون متقنة حسب الصورة المرغوبة .



شكل (٣٥)

لحظة الإخصاب عندما تتكون حياة جديدة

بينما تتجمع الحيوانات المنوية حول البويضة، يخترقها حيوان واحد، ويفقد ذيله أثناء دخوله فيها، أجريت هذه الدراسات المشهورة فى عام ١٨٧٧ ، حيث توضح اللحظة التى يتم فيها استقبال حيوان منوى لسمكة النجمة بواسطة البويضة. وأحيانا تقوم التقنيات الحديثة بزرع رأس حيوان منوى آدمى فى بويضة، مما يحدد نوع السلالة بين كل الملايين من الحيوانات المنوية، ونحن نحتاج إلى إثبات إنه لا توجد تأثيرات ضارة على الطفل الناتج .

ترجع السهولة المدهشة التي يمكننا بها أن نتعامل مع الخلايا الحية وننميها فى المعمل إلى عصور أقدم مما نتصور، ورغم أن نقل الأجنة بين أم وأخرى يبدو تقنية حديثة، إلا أنها تمت بنجاح منذ أكثر من قرن مضى، على يد الأستاذ والتر هيب، رجل الأعمال الذى درس علم الأجنة فى منتصف سنوات عمره وأصبح من كبار العلماء فى هذا المجال، حيث كانت له سيرة ناجحة فى شمال أفريقيا، واستراليا ونيوزيلاندا فيما يختص بالأرز والسكر وعمليات الطحن، والمنسوجات، وبحلول عام ١٨٧٨ ضعفت صحته، واعتزل عالم الأعمال ليدرس علم الأنسجة والنبات، وبعد ذلك حصل على وظيفة محاضر فى علم «شكل النبات» فى عام ١٨٨٢ بجامعة كامبريدج وأسهم فى الكتاب الدراسى من تأليف «فوستر وبالفور» المسمى «عناصر علم الأجنة»، وذهب – بعد فترة قضاها فى اتحاد الأحياء البحرية ببليموث ليكتشف جبال الهيمالايا، حيث مرض مرضا خطيرا «بالروماتزم الحاد» المصحوب بالحمى، وقد درس القردة، مركزا اهتماما خاصا على فترة طمثها، ومنها انتقل إلى دراسة الطمث فى النساء الذى نشأ عنه اهتمامه بالإخصاب. وفى ٢٧ أبريل ١٨٩٠ أخذ جنينا حديثا من رحم أرنب من صنف «أنجوراه –رو»، حيث انقسمت كل خلية إلى ٤ خلايا، وأمكنه أن يرى هذا تحت المجهر بوضوح، وفى نفس الوقت زوج أنثى أرنب بلجيكى وحشى (مشقوق الشفه) بذكر من سلالتها، وأدخل جنينين صغيرين فى الرحم المعد للاستقبال، وكانت النتائج التى تحصل عليها نظرا لمهارته: التقنية التى اتخذها فى تنفيذ تجربته، فقد أنجبت أنثى الأرنب البلجيكى ستة صغار، أربعة منها كانت بوضوح من نفس سلالتها وسلالة الذكر الذى زوجت له، حيث كتب «هيب» أنه فى حين نتج اثنان من صغار الأرنبةالبلجيكة من نفس السلالة «الأنجورا»، لم يكن الشعر فقط، بل كانت الصفات السلوكية المميزة واضحة أيضا، فقد ظهرت عليها عادة تمايل الرأس من جانب لآخر، وقد لوحظ هذا أيضا على صغار الأرنبة البلجيكية، حيث اعتبر هذا تأكيدا نهائيا بأن نقل هذا الجنين كان ناجحا. وقد قدم بحثه هذا إلى الجمعية الملكية فى نوفمبر ١٨٩٠، ولم يكن حتى قد أرسل للمحكمين لفحصه أولا. وبحلول عام ١٩٠٦، نشر «هيب» كتابا بعنوان «صناعة التربية» وفيه قدم نقدا للتدخل الحكومى فى العلم والذى يجرى فى الوقت الحاضر، حيث نبه إلى خطورته كاتبا «من الواضح أن فى الوقت الحاضر تسد إدارة حكومية ببلاهة الطريق – المعرف بوضوح – إلى النجاح». كما كتب «إذا كان مثل هذا العائق سيزال، فإنه من الواضح أنه ينبغى إعادة تنظيم مجلس الزراعة والأسماك على أساس علمى عريض». وقد أجرى

«هيب» تجاربه بمساعدة «صامويل باكلى»، الجراح المعروف بمانشستر، وتقدم للحصول على منحة الجمعية الملكية على عنوانها فى «بريستفتش بمانشستر، وكان هذا انعطافا حادا من القدر، حيث ساق إلى أول نقل للأجنة الإنسانية فى تاريخ العالم، تم إنجازه فى نفس المنطقة. وبعد مرور سبعين عاما، قام العالمان البيولوجيان «روبرت إدواردز» من كامبريدج مع «باتريك ستيبتو» الجراح البارز من أولدهام بلانكاشير بمواصلة العمل فى هذا المجال، بحيث تمت تنقية تقنياتهما - بعض الشيء - على مدى حقب من البحث، مؤدية إلى ميلاد «لويس براون» أول طفلة أنابيب .

وقد تعجب لماذا لا يكون الجنين المزروع موضوعا لدراسة الاستجابة المناعية الشاملة، ولكن هذا الجدل ينطبق تماما على حمل طبيعى. فإذا كنت يا سيدتى القارئة حاملا، فإنك تؤوين فردا يتميز بصفات وراثية مختلفة تماما عن صفاتك، وإذا كانت أنسجة طفلك ستزرع فيك، فبمجرد أن يولد الطفل، سيتفاعل جسمك بعنف ضد تلك الأنسجة، متعرفا عليها كأنسجة غريبة تماما، وخلال فترة الحمل، على كل حال، فقد تم تحمل هذا المحتل الأجنبى، بدون إحداث أى استجابة مناعية، حيث لا يستجيب جسم الأم للجنين الذى فى الرحم، والذى كان موضوع نجاح تجارب «هيب». ومنذ ذلك الوقت فقد أرينا كيف تخصب البويضات ثم تزرع فى الرحم ووجدنا أيضا الكيفية التى تزرع بها الخلايا فى زجاجات وقوارير .

تم إحراز أول نجاح كبير لزراعة خلايا آدمية باستخدام شرائح من نسيج مأخوذ من ورم فى جسم سيدة أمريكية سوداء تدعى «هنرييتا لاكس» فى عام ١٩٥٧، واستغرقت الخلايا وقتا طويلا فى النمو الصناعى، وقد قررنا المضى فى إجراء هذا العمل حتى نصل إلى مداه، حيث جرت أقلمة الخلايا على بيئة صناعية تعرف الآن باسم خلايا «هيلا» للاختصار، وتوجد أطنان منها فى البيئة حول العالم، وقد توفيت السيدة «لاكس» نفسها فجأة بسبب التقدم فى العمر، ولكن بقيت خلاياها حية .

اجتذب أحد التطبيقات الحديثة لتلك التقنية عناوين الصفحات الأولى لوسائل الإعلام، وهو حمل السيدة «ديانا بلود» التى تم إخصابها بمنى زوجها بعد ثلاث سنوات من وفاته إثر إصابته بالإلتهاب السحائى، فقد كان فى الغيبوبة حينما طلبت زوجته حفظ حيواناته المنوية (ولم تكن فى وضع يسمح لها بإعطاء الإقرار مكتوبا كما ينص القانون البريطانى)، فكان عليها أن تقدم طلبا بالتصريح باستخراج عينات من المنى

كى يمكنها إجراء تلقيح صناعى لها بهذه الحيوانات فى بلجيكا. ونحتاج إلى درس التأثيرات العاطفية النفسية لمعرفة الظروف التي أدت إلى ذلك المفهوم غير العادى .

كانت أسبق الطرق ظهورا هى المسماة «التلقيح الصناعى بواسطة المانح» ، والتى يمكن اختصار اسمها إلى الحروف (ت ص م)، حيث أتاح للرجال المصابين بالعقم فرصة لكى يروا زوجاتهم حوامل بواسطة حيوانات منوية لرجال آخرين، وأمكن لهذه الزوجات أن يلدن ولادة طبيعية، بيد أن السيدات ذوات الظروف الطبية التى حرمتهن من الخصوبة الطبيعية يمكنهن الحصول على بويضة ممنوحة من سيدة أخرى، يتم إخصابها بواسطة زوج السيدة التى حرمت من الخصوبة، وزراعتها فى مبيضها لتنمو وتتطور بصورة طبيعية. وقد استحدثت تقنية جديدة تأخذ رأس حيوان منوى واحد من نسيج الخصية ليتم حقنه فى البويضة، وتبدو هذه الطريقة مثيرة ومن الواضح أنه يوجد عديد من الناس رحبوا بنجاح هذه التقنية، بالرغم من أننا نفكر بعناية فى هذه التقنيات قبل أن نقدمها للاستخدام العادى (الروتينى) فى المستشفيات .

يحاول حيوان منوى واحد – فى التكاثر التقليدى – أن يخترق البويضة، ويعد هذا الحيوان واحدا من ملايين الحيوانات المنوية التى تكافح لشق طريقها إلى هدفها، فهناك فرص كثيرة هنا لأكثر الحيوانات لياقة فى النجاح، ويبدو من الواضح أن هناك طريقة للانتخاب. فإذا أخذنا نواة حيوان منوى من الخصية مباشرة وقمنا بحقنه على الفور فى البويضة فتتغلب هذه الطريقة على أى طريقة للانتخاب بتطويق البويضة، فهل تعقب هذه الطريقة تأثيرات ضارة على الجنين؟ ربما كذلك، فقد أعلنت نتيجة البحث الاسترالى من قبل أن نتائج اختبارات مثل هذه لأطفال فى عمر سنة، تقترح أن هؤلاء الأطفال قد يكونون أقل معنويا فى متوسط قدراتهم العقلية من قرنائهم الذين تضعهم أمهاتهم بالطريقة التقليدية، مما يقدم دليلا واضحا على أهمية الانتخاب. ويشكل تطويق الحيوانات المنوية للبويضة أحد وسائل الطبيعة التى قد تأتى بمشاكل غير متوقعة فى الأثر الذى تخلفه، ولذلك، يحتاج العلماء إلى أن ينقذوا أنفسهم ويحترسوا قبل تقديم إجراءات طرق جديدة للاستخدام اليومى .

وكما ذكر من قبل، فإن الإنتاج الأول لطفل من إخصاب الأنابيب، كانت «لويس براون» المولودة فى إنجلترا عام ١٩٧٨، وبعدها كانت النعجة «دوللى» مرشحة أحدث للدعاية العالمية، حيث نبعت الفكرة الجديدة للاستنساخ، فهل هذه الفكرة حديثة حقا؟

إذ أن الاستنساخ يستخدم منذ زمن طويل لإنتاج محاصيل نباتية، وكل التوائم الآدمية المتطابقة هى نواتج مستنسخة ، وكما رأينا، فإن الجينات التى فى خلايا الجسم هى نسخ من بعضها، حتى لو أن بعضا منها يعبر عن نفسه فى أوقات مختلفة بخلايا مختلفة (أو حتى لو لم تكن قد عبرت عن نفسها مطلقا). وقد يمكنك أن تكون قادرا على إزالة النواة من الزيجوت ، وتغيرها إلى نواة حيوان آخر ثم تجعل الزيجوت يتطور فى هيئته الجديدة .

كان أول حيوان ثديي تم استنساخه صناعيا هي النعجة «دوللى»، التى أنتجت فى معهد «روزالين» باسكتلندا خلال ١٩٩٧، حيث أخذت النواة من نواة بنسيج الغدة اللبنية للشاة المانحة، وقد جلبت صورة الضروع اسم المغنى الإنجليزى الموهوب «دوللى باترون» إلى أذهان الباحثين، وهذا هو السبب فى أن «دوللى» أصبح الاسم المشهور للنعجة الصغيرة الناتجة. وقد صدرت التقارير الأولى عام ١٩٩٨ عن الفئران المستنسخة، فى هذه المرة من أمريكا. كان الاستنساخ يحدث فى الآدميين منذ زمن طويل، ولكن فى العادة تنتج خلايانا المستنسخة باستمرار، وبدون الحاجة إلى تدخل عالم، فنسمي النتيجة بالتوائم (الاثنين أو الثلاثة، أو أى عدد آخر). تنتج التوائم إذا ما انقسمت الخليتان اللتان تكونان الزيجوت أولا، وتبتعدان عن بعضهما وتبدآن فى التطور إلى جنينين مستقلين، فهذه الخلايا تعتبر مستنسخة، ولا يوجد سر فى ذلك، فهذه الحالة معروفة منذ أجيال، ويمكنك أن تجرى نفس الخطوات صناعيا مع الضفادع. وفى نفس الوقت تمارس حشرات المن تكاثرها المتعاظم من خلال الاستنساخ أكثر منه من خلال الاتصال الجنسى .

إذا كنا بصدد أن نفصل الخلايا الناتجة عن جنين آدمى حديث نام فى معمل تخصيب، فأجرؤ على القول بأنك تستطيع إنتاج عديد من الآدميين المتطابقين، وكان ذلك ممكنا من الناحية النظرية، لعدة سنين، باستخدام التقنيات المتبعة فى تنمية النباتات، مثل الأناناس، والأراكيد، التى يمكن إنتاجها صناعيا بفصل الخلايا الناتجة عن جسم نبات منفرد وإنتاج نسل مطابق لهذه الخلايا. وبغض النظر عن قيمته فى الزراعة التجارية، فإن لهذه التقنية قيمة خاصة فى إنتاج أعداد كبيرة من نباتات جديدة ناتجة عن نوع يمكن أن يكون بقاؤه مهددا، ما لم يتم ذلك الإنتاج .

تعتبر فكرة إنتاج أفراد آدميين متطابقين قديمة، فقد صدرت أقدم الروايات القصصية حول هذا الموضوع بعنوان «عالم الصفر – أ» من تأليف أ. ى . فوجت فى

عام ١٩٤٥، كما طبع للمرة الثانية فى عام ١٩٦٨ أول كتاب بعنوان «المستنسخات» من تأليف «ب. ت. أوليمى» . وصدرت القصة الأكثر شهرة «الصبية من البرازيل» فى عام ١٩٧٦ من تأليف «إيرا ليفين» التى تحكى عن عالم تواق للانتقام أنتج أعدادا كثيرة من شخصية الزعيم النازى «هتلر»، فليس سهلا إنتاج حشد من الطغاة الملوثين غلا، فلم تصنع الجينات فقط شخصية «هتلر» على ما كانت، ولكن مجموعة لا يمكن تكرارها من سلاسل من المدخلات التجريبية التى شحذت شخصيته، كما شحذت فيها خاصية الالتجاء إلى استخدام حد الموسى .

حتى التوائم المتطابقة تكون بعيدة عن التطابق، وإن بدت متشابهة بدرجة كبيرة، ولكن تتباين تفاصيل ممرات شبكة الأوعية الدموية تباينا كبيرا بينها. ويمكنك أن ترى تحت المجهر أن الطريقة التى تتصل بها خلايا الأعصاب تختلف كثيرا من فرد لآخر، فهى توجد فى نظم معقدة تشبه تلك التى تصقل بها الشخصية. وعلى أى حال ، فإنك لا تستنسخ أطفالا، وكل ما تفعله هو استنساخ فرد يكبر ليصبح بالغا غاضبا، ذا موقف عدوانى وعصا غليظة. فنحن نزرع من قبل أجنة من أصول وراثية غريبة فى نساء عقيمات، وهذا يشكل سببا كبيرا لمشاكل سوف تنشأ فى المستقبل، فحين تختار شريكا، تفعل ذلك بسبب جاذبية شخصية - ولكن مع جاميطات المانح الغريب، قد تنتهى حاملة شخصا، يكون بالغريزة غريبا عنك. وقد تؤدى بنا المشاكل التى تواجهنا من التخصيب بالأنابيب من خلايا المانحين، إلى تعقيدات تفوق تلك الناشئة عن الاستنساخ، بحيث تبدو المشاكل الناجمة عن الأخيرة متواضعة بالنسبة لها، ولا يقتصر الأمر على هذا، ولكن لا يمكن الاعتماد كلية على الاستنساخ، فنجاح مولد النعجة «دوللى» قد سبقته ٢٣٧ محاولة لإنجاح التجربة .

بمجرد أن أعلنت نتائج تلك التجربة أعلن الفيزيائى «ريتشارد سيد» البالغ من العمر ٦٩ عاما من شيكاغو، بأنه كان يخطط لتأسيس الشركة العالمية الأولى لاستنساخ الآدميين، وسوف يسميها «عيادة استنساخ الآدميين»، ويعرف أن الناس الذين أصابهم اليأس سوف يرغبون فى أن يجربوا هذه العملية. فى رأيى، فقد تكون هناك حالات حيث يطالب الناس بالاستنساخ، مثلا حين يفقدون طفلا، ويبتلى أحد الأبوين بالعقم، فالناس من أمثال الدكتور «سيد» سيبدأون فى لعب دور المنقذ من هذه المشكلة الخطيرة، ويحاولون تعويض السبب المفقود، فإذا صح هذا بالنسبة للأقلية اليائسة، فليست هذه حالة الأغلبية. فقد دلت نتائج استفتاء قامت به شركة (ABC)

للتلفزة فى الولايات المتحدة، بعد إعلان هذه الفكرة لأول مرة، على استجابة أكثر من ١٦٠٠٠ من المشاهدين للاستفتاء، عارض ثلاثة أرباعهم استنساخ الآدميين، ولكن الرأى العام لا يكون بالضرورة الحكم الصحيح، (بالطبع عارض الكثيرون الكهرباء والتخدير عندما كانا جديدين). وقد أصبح استنساخ الآدميين ممكنا الآن، وإذا كان علينا أن نتبع تقنية جديدة يمكنها أن تخفف من المعاناة الإنسانية، فقد يكون من الصعب أن نحظرها ببساطة فى حالات الاحتياج اليائس إليها، مثل فقد طفل أو علاج طبى لأحد الزوجين حرم أحدهما من القدرة على الإنجاب، فيمكن أن يكون الاستنساخ هو الطريق الوحيد لإعادة الحياة إلى تمتعهما بالطفولة. ويعد إجلاء مثل هذه التقنيات انحناءة من القدر، إذ أن المقترح الرئيسى لفكرة استنساخ «ديك سيد» يخلف الانطباع بأن هذه الفكرة «علاج مجرب جيدا» للعقم، ويقول عنها «هذا سوف يجعل الناس أقرب إلى الله». وأنا لا أعلم شيئا عن هذا، ولكن تنفيذه قد يقرب الدكتور «سيد» من أن يصبح «واعظا» جديدا.

ومما يسبب الاضطراب للناس بشأن أفكار مثل الهندسة الوراثية والاستنساخ، هو حداثتها أكثر من أى شىء موروث فى طبيعة هذه العمليات، فنباتات الحديقة، ومحاصيل المزرعة، والحيوانات الأليفة، هى مستحدثات أغرب من أى شىء حصل عليه المتخصصون فى علم الوراثة، وإذا كان هؤلاء المتخصصون قد أنتجوا بطة بكينية أو قنبيطة، فتكون البيئات فى متناولنا. فقد تعود الناس على القيام بحملات دورية ضد الاستنساخ والهندسة الوراثية، كما لو كانت ستهزم إنسانيتنا الأصلية، وكان ينبغى علينا بدلا من ذلك أن نهاجم التسرع فى سوء استخدام أى من هذه التقنيات، وبدلا من الحملات ضد العمليات نفسها غير المجدية، تحتاج العمليات الموجودة إلى التأكيد بأنها تستخدم لصالح نفعنا الكلى، وليس لنفع تجارى قصير المدى. وقد لاحظ صديق، قرأ تلك الكلمات أثناء تحرير هذا الكتاب، أنه بينما كان يحضر مؤتمرا عن الكائنات المحورة وراثيا (ك م و) التى كان أحد المتحدثين يتكلم عن إطلاق نباتات ذات جينات منقولة فى البيئة. وحين سئل عما يمكن عمله فيما إذا حدث خطأ، أجاب المتحدث بوضوح «لا مشكلة، سنجمعها ثانية فقط»، ومثل هذا الرد خطير، حيث إن النباتات قد يسهل استعادتها لحالتها الطبيعية، ولكن الجينات الهاربة لا تستعاد، فإن بعض الفرق الجارية تنمى نباتات محاصيل مطورة وراثيا لكى تقاوم المبيدات العشبية المرخصة الاستخدام، حيث يمكن أن تباع الأولى مع الثانية، مما يشكل اتجاها يثير التساؤل، ونحتاج إلى مناقشة هذه الموضوعات بتفصيلات أكثر بكثير.

ومن الجلى أن الكائنات المحورة وراثيا تطرح قضايا خاصة، حيث لا تكفى الضوابط الرسمية حول مواقع اختبار هذه الكائنات لضمان عدم انتشار الجينات الجديدة، فيمكن للجينات الناتجة عن الهندسة الوراثية أن تدخل فى مجتمعات النباتات البرية، وقد تسبب لنا مشاكل طويلة المدى. وغالبا ما تستعمل الجينات المعلمة بسهولة لاختبار المقاومة للمضادات الحيوية، لتأكيد انتقال الجينات إلى المحاصيل المهندسة وراثيا . ومن الممكن أن تنتقل صفة مقاومة المضادات الحيوية إلى البكتريا البرية ، مما يزيد المشاكل فى المستقبل، ويمكن أن يؤدى استخدام المبيدات التى تقتل الأعشاب بغير تمييز إلى تهديد لحياة الطيور البرية والثدييات، وكذلك فإنها تحدث تأثيرات خطيرة فى الإضرار بميكروبات التربة.

وأما الاعتراضات الأخرى، فلا تتيح إلى حد كبير استمرارية الحفاظ على البيئة. ويمكن زراعة بعض سلالات المحاصيل المقاومة للآفات التى يظن أن مقاومتها الطبيعية باستخدام الزراعات العضوية تكون أكثر أمانا من تأثير رش الكيماويات. قد تكون المواد التى تشكل مقاومة هذه السلالات للآفات طبيعية، ولكنها تسمم الآفات بما يكفى، ولكننا لا نعرف عن تأثيراتها علينا إلا القليل. تشكل النباتات مصادرَ لمواد فعالة تسبب السرطان والطفرات، ولا تجعلها حقيقة وجود مركب فى نبات الخس الذى تأكله قادرا على محو الحشرات أكثر أمانا من الناحية الوراثية من شىء تشتريه من أحد المحلات.

تعد ما حولنا من مدن وقرى وأطباء وممرضات ومدارس ومنتجعات للعطلات كلها «مصطعنة» وكذلك الخبز والزبد والجبن، فكلها «مصطنعة» بالكلية، لأنها من نواتج علوم التقنيات. وكنا من قبل نرتضى أن تغير «الوسائل المصطنعة» مقاديرنا، حيث تقبلنا استخدام بويضات المانحات ومنى المانحين لإتاحة فرص للناس فى الحصول على أطفال من إنتاجهم، مع أن هذه ليست حقيقة الأمر، فالأطفال الذين يتم حملهم ويعتبرون نواتج زوج من الناس لا يشاطرون آباءهم نفس الجينات التى كانوا سيشاطرونهم إياها لو كانت الخلايا ناتجة عن والديهم، بدلا من أن تكون نتجت عن مانح. ويعد مجال البحث الأكثر حداثة، ليس فى توفير بويضة مانحة، بل فى استخدام السيتوبلازم المأخوذ من بويضة حديثة لتجديد شباب بويضة الأم الآخذة فى الشيخوخة، حيث يكون هذا بالتأكيد طبيعيا أكثر، لأنه يعنى أن الطفل الجديد يرث جينات الأم. وفى رأيى أنه تظل هذه التقنية موضع تساؤل، إذ أننا ننقل بعض المادة الوراثية من بويضة مانحة إلى مادة خلية الأم، وبالتالى يحتمل نقل بعض الأمراض

معها (مثل سوء التغذيةالعضلى) الذى يرتبط بمركب (دنا- السيتوبلازمى). ويحاط التبنى، حيث يؤخذ الطفل ليصبح مماثلا للطفل الذى يتم حمله طبيعيا، بمشاكل كبيرة، فيحتمل أن تعبر الجينات الغريبة عن نفسها، وليس مستبعدا أن يفاجأ الأبوان بأن التبنى كان لعنة عليهما لأن هذه الجينات تعبر عن نفسها فى الطفل المتبنى، وقد يحدث هذا فى تلك الحالات حيث يتم رفض الوالدين فجأة لأطفالهم المتبنين حيثما يصل هؤلاء الأطفال إلى سن النضج. ونرغب فى الاعتقاد بأن شخصية الطفل تصبح حسب ما يتعلمه من أبويه، ولكن ليست الحالة بهذه البساطة، حيث إن التعليم يمكنه أن يقوى طبيعة الطفل الوراثية، ورغم أن ما يتعلمه يملى عليه كثيرا مما يحدث حين يصبح بالغا، فإن هذا لا يمكنه أن ينكر الطبيعة الوراثية للكائن، فنحن نكون ما نتعلمه، ولكننا نصبح ما تسمح لنا جيناتنا أن نكون. وليس ما يهمنا هو طبيعة الشخص منذ النشأة، ولكن التنشئة الخاصة بطبيعته.

لا زلنا نعيش على رتل من جينات ذات صفات متخصصة، فقد عرف الآن جين ينظم نشاط إنزيم يزيد من انتقال الأكسجين إلى العضلة ليغذى خلاياها وهو يسمى «الإنزيم المحول لمركب الأنجيوتينسين»، وقد يفسر الجين المسئول عن إنتاج هذا الإنزيم السبب فى أن بعض الناس يفضلون الآخر فى مجال الرياضة رغم تساويه مع غيره فى التدريب . ولدى توقع كبير بأننا سنجد جينات للقدرات الموسيقية والفنية والحسابية ، فلا بد أن سلاسل جينات القدرة الكامنة موجودة فى داخلنا، منها الحسن ومنها الردىء، ولأن الناس لديها مجرد جينات لصفات متخصصة، فلا يعنى ذلك أن يقدر لها أن تتبع ذلك المسار، فنحن مخلوقات من أصل واحد مزودة بذكاء مرتفع، وأفعال ضمائرنا محكومة بعمليات صناعة القرار التى تجعلنا واعين للعواقب، وفى نفس الوقت، فإننا معاقون بجهلنا.

على سبيل المثال، يشعر نوو البدانة بأن ميلهم للسمنة يشمل كل غددهم، بالرغم من إعلامهم غالبا بأنهم جاوزوا الوزن الطبيعى لهم نتيجة لشراهتهم. وفى رأيى، أنه يجب أن يوجد فى الجسم نوع من «مراكز التحكم فى البدانة»، ينظم وزن جسمنا البالغ .

وقد يكون من المؤكد أن نتظاهر بأننا نحتاج إلى التحكم في وزننا بواسطة الموازنة الدقيقة لكل شىء نأكله، لأنه لا توجد أنواع أخرى من المخلوقات تحسب السعرات ووحدات الطاقة الأخرى على اللوحات بالحائط. وكما نوهت من قبل، فإن

الشخص الذى يزيد وزنه خمسة جرامات فقط فى اليوم (سدس أوقية)، قد يزن ما يقرب من ١٥ طنا فى العمر المتقدم. وإذن، فكل الأنواع لديها جينات تنظم حجمها، مما يدل على أنه لا وجود لهذا الميل المزعوم للبدانة، يؤكد هذا أنه لا وجود «لعصفور» يزن خمسة كيلوجرامات. وهناك أسباب عديدة تجعل من الممكن للناس الاستفادة من زيادة وزنهم عن المتوسط، وبتعبير بيولوجى، فإن الشخص ذا المخزون الزائد من الدهن يستطيع أكثر أن يقاوم التأثيرات الناجمة عن مرض مميت، مثلا، وحيث إن الحجم هو صفة مميزة لكل الأنواع، فلا بد أن ذلك مسطور فى الجينات، وهذا هو السبب فى اقتناعى بأننا سنكتشف جينات مسئولة عن البدانة، فيمكنك وقتها إن تحد من زيادة وزنك بالتحكم فى كمية الدهن المخزن، ولكن لا بد أن يكون هذا شيئا مريرا بالنسبة لاثنين يتعاطيان نفس طعام الحمية، حينما ينتهيان وأحدهما فى غاية النحافة، والآخر أثقل وزنا، لأنه أكثر شحما. ونحن نحتاج حاجة ماسة إلى أن نتقبل ماهية طبعتنا، لأن الضغوط العصرية للتواصل تجعل الناس يطمحون إلى النهايات المستحيلة. ويرتعب عديد من الشبان من ذكر الكوليسترول، غافلين عن حقيقة أنه يعزل الأعصاب عما حولها وأن وجوده لازم للحياة. وكذلك تتلقن الشابات عن طريق الدعاية المكثفة الخوف من أن يصبحن بدينات (تظهر إحدى الصور الحديثة ممثلة شابة حسنة المظهر يصفونها بأنها ممتلئة الجسم)، ونتيجة لذلك، تصبح بعضهن فاقدات للشهية. ولذلك، يعتبر فهم هذا الاختلاف للحياة الإنسانية عاملا هاما من أجل المستقبل، فالناس يموتون من جراء إخفاقهم فى المواءمة بين التوقع والواقع.

سارع رجال الأعمال الزراعيون فى الاستفادة من القدرة الكامنة للتقنيات التى من شأنها إعادةالتوحيد بين التوقع والواقع، فتم نقل الجين الذى يجعل النباتات مقاومة لمبيد الحشائش الشائع (جلايفوسات) إلى نباتات المحاصيل. ويعنى هذا أنك يمكنك أن تزرع المحاصيل ذات الجينات المنقولة، وترشها كلها بالجلايفوسات فتقتل كل نبات ما عدا نباتات المحصول المرشوش، معطيا المزارع محصولا من النبات المختار، ولكن انتظر لحظة: فهل هذا هو ما يحتاجه المزارعون؟ هل المزارعون غير قادرين بصورة مستمرة على إنتاج محاصيلهم؟ بالطبع من الأفضل أن يكون لديهم حقول دمرت فيها كل حياة نباتية ما عدا حياة المحصول المزروع، ولكننا نعانى فى نفس الوقت من يأس بالغ بسبب النقص فى كميات محاصيل معينة يحتاج إنتاجها إلى تطوير جينى عن طريق نقل الجينات؟ فالزراعة التى لا تبالى بلغة الطبيعة تدمر التربة، فمن المحتمل أن

تسهل ميكنة زراعة مساحة ضخمة من محصول واحد فى السنة، ولكن ذلك يؤدى إلى تقليل الاهتمام بالعنايةالطويلة المدى بتغذية الكساء النباتى الطبيعى، إذ أن تنمية النباتات فى تربة معقمة، وتغذيتها على أسمدة بإعطائها جرعات من المبيدات العشبية لا تعدو زراعة فى مزارع مائية، حيث لا تحتاج النباتات فى الحقيقة إلى تربة على الإطلاق، فى حين يوجد مجتمع ميكروبى فى التربة (يمكن للقليل منا أن يراه باستمرار، ولا أحد منا يفهمه) وكله معرض لخطر الفناء.

وبنفس القدر، اهتم بنشر جين يمنح النبات صفة مقاومة الآفات، فالنباتات التى تنمو فى الطبيعة تكون منتشرة من مجتمعات مختلطة، وقد تم تأقلم الآفات على البقاء حية طوال الرحلة من نبات لآخر، وفى حقل المزارع أعداد كبيرة من نفس النبات تقف جنبا إلى جنب. فيمكن للآفة أن تنتشر من نبات إلى النبات التالى بسرعة مدهشة، حيث يمكن أن يكون استخدام مبيد حشائش هاما بدرجة كبيرة إذا كان ذلك سيوقف تزايد انتشار الآفة.

كان لدينا ما يكفى - من قبل - من المشاكل التى تسببها البكتريا التى تتحرك حول العالم، جامعة جينات جديدة لتساعدها فى مقاومة مضاداتنا الحيوية. وتدفعنى المعرفة بكيفية تهجين وإخصاب النبات إلى الاهتمام بمنح المناعة للنباتات، فمن الأفضل لنا إبقاء جينات المناعة لصالحنا من أن ننشرها لتستغلها كائنات دقيقة فى المجتمعات الانتهازية التى تعيش معنا.

هل يمكن إحداث هذا؟ يوجد الدليل العلمى الذى يشجع على المخاطرة، حيث يجرى برنامج بحثى على بنجر السكر المقاومة للجليفوسات، فيمثل البنجر أحد الأنواع المعروفة مسبقا بالتلقيح مع البنجر البرى المجاور، ويمكن نقل الجينات الجديدة إليه فى إطار هذه العملية، ويمكن لهذا أن يوفر مكانا لاكتساب جينات المناعة المنتقلة إليه من النباتات البرية.

وتلوح كذلك من بعيد مشكلة أبسط، وكما كتبت من قبل «أنك تستطيع أن تزرع حقولا من المحاصيل التى تحتوى على جينات منقولة»، وهذا ليس صحيحا لكل امرئ. فقد تحتاج إلى شراء المحصول من المنتج مصحوبا ببراءة الاختراع، وتدفع نظير الحق فى زراعته. وقد تحتاج أيضا إلى شراء مبيد الحشائش المتخصص لهذا المحصول، وباختصار، فالمزارعون حول العالم قد يصبحون مقيدين بمصدر أو بنوع واحد مرخص

من أحد المحاصيل الرئيسية المطلوبة بكثرة. ولا يبقى هذا إلا أمل ضئيل فى ادخار البذور لاستعمالها فى السنةالتالية. وقد أتقن مهندسو الجينات طريقة لقتل البذرة الناتجة عن المحاصيل ذات الجينات المنقولة، وهو اختراع جديد يعرف باسم «التقنية المميتة»، وذلك باستخدام مجموعة من جينات معروفة بأنها هامة بدرجة كبيرة لتطور البذرة وهذه الجينات المعروفة باسم «الجينات الغزيرة للجنين المتأخر»، والتى يمكن القضاء عليها بسلسلة من الكابحات الوراثيةالتى يمكن دسها فى التركيب الجينى للمحصول، وهذا يعنى أن المزارعين يشترون بذورا قابلة للنمو وإنتاج المحصول، ولكن البذور التى تنتجها تلك النباتات لا يمكنها أن تنضج .

هل يمكن أن تنتشر كل هذه الألاعيب ، وخاصة أن الزراعة العالمية قد تكون موضوعا لطلبات الاتحادات المتعددة الجنسية ، وقد تقول إن اختيار نوع من المحاصيل لشرائه يرجع إلى المزارعين، وأمل أننا نعى دائما مبلغ القوة التى يتمتع بها الاختيار الشخصى حين يصل إلى اختيار سلعة ما ، فالذى يهمنى هنا هى الرسالةالتى تداوم الشركات الكبيرة متعددة الجنسيات على إرسالها. فقد قال أحد المتحدثين باسمها «فى خلال خمس سنوات ، سوف تصبح كل نباتات المحاصيل الرئيسية ذات جينات منقولة» ، ويخبرنى متحدث آخر أن الشعار الشائع الآن هو «التخطيط لأجل الربح»، وفى رأيى أن هذا هو الوقت الملائم لنخطط من أجل الناس .

ونتيجة لانتشار حس «التحمس للوراثة»، تبحث الشركات عن استغلال هذه الأفكار بالاتجاه مباشرة إلى سوق الأسهم أكثر من الاتجاه إلى القطاعات الأخرى، ولكن يعتمد كثير من هذا الاتجاه على التوقع، أكثر من اعتماده على الواقع. وتشعرنا قائمةالإنجازات إلى حد بعيد بخيبة الأمل، فقد كان لزاما أن يتم سحب نسخة معدلة – من دواء الأنسولين الناتج عن ميكروب القولون المطور وراثيا – من السوق، بسبب أنها لم تكن آمنة الاستخدام مثل الصور التقليدية من هذا العقار . فقد أصبح العلم غير نقى فى عالم اليوم. فطلبات المستثمرين والحاجة إلى إيجاد تمويل مبنى على نتائج تحول العلماء إلى مندوبى دعاية . وأعلم أنهم يخبرون كل أصدقائهم أنهم يكرهون الشهرة ويشعرون بالحرج من الظهور فى الصحف، ولكنهم فى الحقيقة، يتملقون الدعاية فى كل دورة ، ويقاس نجاحهم بمقاييس جامدة كعدد بحوثهم المنشورة فى الدوريات العلمية .

ودائما ما تكون الصحف نهمة إلى قصة، وأحيانا قصة علمية – قد تكون مبهمة – غالبا ما تشبع الطلب. وقد تتم رواية هذه القصة فى كلمات طويلة (لا يوجد علماء يحترمون أنفسهم يستخدمون كلمة بسيطة مثل «اختبار»، حيث يوجد بديل ذو مقاطع عديدة مثل «طريقة التحليل الكمى»). ولكن هذا سيؤدى إلى تغيير العالم، وهذا هو ما يحدث، فقد كان هناك مثل معاصر في الأخبار، ففى معهد ماكس بلانك فى ألمانيا، حيث كان يجرى تنمية خلايا أعصاب فأر فى مزارع أطباق، فقد وضعت رقاقة صغيرة فى قاع الطبق لتسجيل الإشارات الكهربائية التى تعطيها الخلايا العصبية خلال نموها، وليس هذا صعبا، فأى شخص يستطيع عملها، ولا هى بالجديدة. فهناك الكثير من المعامل حول العالم يفعلون ذلك، وإذن فلماذا اجتذب معهد ماكس بلانك هذا الاهتمام؟ من السهل الإجابة على هذا السؤال، حيث أعلن المتحدث الرسمى باسم المعهد أن هذا يظهر أننا نستطيع «ربط المخ الأدمى بالحاسب الآلى»، وهى مبالغة أسيىء استعمالها تجعل طريقة روتينية تبدو كما لو كانت أخبارا تهز الأرض، وإذا كان الجمهور قد أخطر بطريقة أفضل عما يجرى العلم، وإذا كانت الصحافة على اتصال أكثر مع كل يوم يتم فيه بحث فى المعامل التجارية، فقد لا تفلت الناس من العواقب الوخيمة لمثل هذه المبالغات، فقد غطت كل من التقنيات التجارية على العلم التقليدى، كما تصاغ عادة الإعلانات التجارية فى مصطلحات متحفظة تتحدث عن «الحساسية التجارية» وعن الحاجة للسكوت عن التفاصيل، فيمكن أن يحول البحث إلى شىء يبدو لافتا للنظر، فحينما قام العلماء بأول تنمية لأجنة الفئران فى زجاجات، نمت الأجنة المبكرة حتى بدأت الخلايا فى التخصص، حيث أمكن رؤية انقباض عضلة القلب النامية. حسنا، هذا ما يمكن أن نتوقعه ولكن بمضى الوقت تمت إذاعة الاكتشاف، وتضخيم الادعاء تضخيما جاوز المعقول. وحسبما ادعى فقد لوحظت «ضربات قلب»، وكان يمكن أن تؤدى هذه الانطلاقة الجارية فى بحوث الجينات إلى الإشارة لحدوث خطأ ما فى النبات عند حدوثه. وتستطيع «الجينات الذكية» الناتجة أن تأخذ العمل التخمينى خارج مجال البستنة. وتتركز دائرة الاهتمام فى جامعة «أدنبره» على الجين الذى يستطيع إعطاء الإشارةعندما تحتاج نباتات البطاطس إلى الرى، ففى معهد المحاصيل المزروعة التابع لمحطة بحوث «روثامستيد» يحاول العاملون تعيين موضع الجين الذى يمكن أن يعطى إشارة عندما ينقص النيروجين فى النبات. والهدف من ذلك التوصل إلى طريقة بسيطة، يمكن أن يتم بها فحص النباتات بواسطة مصباح يدوى

للأشعة فوق البنفسجية، فتشع النباتات المصابة بأمراض، أو بخلل فى الأيض، وبمرور الزمن تنشر التقارير فى الصحافة بطريقة تجعل نتائج البحث تبدو مختلفة جدا، حيث كانت تدعم بصور لنباتات عباد الشمس التى تغيرت ألوانها مثلما تفعل حيوانات «الحرباء».

فى هذا العالم المعاصر من قوى السوق، لا يزيد التساؤل عن اكتشاف علمى عما يمكن أن تكون الوسيلة التى يبيع بها العالم هذا الاكتشاف «حيث الصلة وثيقة بين السياسة العلمية وبيع البضاعة «المزدوجة الصقل» .

ويحتفظ السياسيون الذين «لا يعرفون شيئا عن العلم» بكل خيوط التمويل، فلا يبارون العلماء الكبار بقائمة من الكلمات الطويلة، وشهوة شديدة إلى المال. منذ مائة عام تم اعتبار وسائل الإعلام أمرا ينبغى إدخاله إجباريا فى شهود أخبار العلم، فقد دعا «باستير» الصحافة لكى تشهد بياناته العملية، وقد كان «فوكولت» (الذى اخترع البندول الذى يبين دوران الأرض تحت قدميك) كاتب عمود فى صحيفة كما كان عالما.

ويعزى التغير العصرى فى العلاقة بين العلم والسياسة إلى الأسلوب الذى يصبح العلم به تافها مبتذلا، حيث تعقبه المبالغات، فيتعاقد معظم العلماء مع المؤسسات العلمية بعقود قصيرة المدى، فلا يستطيعون شراء منزل أو يضمنون استمرارية الإنفاق على تعليم أبنائهم، وبذلك تصبح حياة الأسرة مستحيلة فى الغالب، حيث يعتمد كل شيء على الحصول على تمويل، ويقدم التمويلات بواسطة لجان تجهل إلى حد بعيد المهارات الخاصة للعلماء. ويحتاج مشروع البحث المقدم إلى الهيئة الممولة إلى المغالاة فى أهميته إذا كان المطلوب هو التأثير على اللجنة، وتهتم المعامل التجارية بوضع واجهة شجاعة كما لو كانت بسبيلها إلى إنجاز شيء جديد، وتصبح كثير من شركات التقنيات الحيوية أكبر حجما عن طريق اندماجها مع شركات أخرى، مما يكسبها صورة جديدة من الاستثمار، فالأفراد يبدأون فى اجتذاب مشتر ويصبحون أصحاب ملايين ما بين يوم وليلة، فليس الهدف الإبداع العلمى، ولكن بيع فكرة ضئيلة لقاء مكسب خيالى، وكنتيجة، أصبح لدينا ولاء غير مقدس للصحفيين الجائعين لأى قصة، واشتاق العلماء إلى ادعاء عناوين أكثر من منافسيهم، وتكون النتيجة هى عصر جديد من المبالغات، تعانى منها الأمانة العلمية. ويدفع النظام السائد فى هذه الأيام إلى البحث عن حلول مكلفة لمشاكل رخيصة، ورغم أن العلم يدور حول تقرير الحقيقة، فالنسخة المعاصرة منه تعتبر اختزالا لطرق الاقتراب من الحقيقة وتعميما للنظرة الشاملة إليها، فهى مشغولة سلفا بأنانية العاملين فى هذا المجال .

(٩)

ما الذى تكشفه الخلايا من السلوك الإنسانى

يكشف النظر فى سلوك الخلية الوحيدة أساس سلوكنا الإنسانى ، فتتصرف الكائنات عديدة الخلايا (مثلنا) بنفس أسلوب الخلايا التى نتكون منها ، فالثقافة الإنسانية غنية بأصداء أسلوب سلوك الخلايا الوحيدة ، فمثلا نجد الآدميين يصفون الأحجار ويلصقونها ببعضها لبناء منزل ، فلتنظر إلى جدول وسوف تجد حشرات ذباب سافلة تفعل نفس الشىء .

والآن خذ مجهرا وحدق بعمق فى بركة أو بين أوراق نبات طحلب بحرى فى المحيط، فستجد كائنات وحيدة الخلية ، مثل الأميبا وغيرها يمكنها أن تفعل نفس الشىء بالضبط ، ويعبر ما نفعله عن صدى للطريقة التى تسلك بها الخلايا الوحيدة ، فكل الكائنات وحيدة الخلية تحتوى عديدا من النزعات التى قد نلاحظها فى أنفسنا ، حيث أننا مكونون من تجمعات من الخلايا الوحيدة، وأنا أفترض أن الآدميين – وكل الكائنات عديدة الخلايا تبين السلوك الذى يوجد دائما فى الخلايا الوحيدة التى تحتوى عليها أجسامنا ، فليس هناك شىء غير قابل للمحاكاة فى بنى الإنسان . فهل يمكن حتى أن يفسر هذا تركيبنا المعقد ؟ دعنا ننظر إلى الوراء إلى أحد الكائنات الدقيقة التى سبقت الكتابة عنها وهى ميكروب «الإبيدينيوم» وهو معقد بدرجة مدهشة، فهذا الكائن لا يعدو أن يكون وحيد الخلية، وانظر بدقة إليه، وسيبدو أنه يملك شيئا يظهر لك مثل المخ، ويسمى «بداءات القوة المحركة» ، ويظهر فى صور المجهر الإلكترونى كما لو كان يحتوى على شىء مشترك مع تنظيم الجهاز العصبى ، وتحتوى «بداءات القوة المحركة» على دائرة كهربائية مقفلة تحيط بفم الخلية ، وهناك نواة تسكن الجينات فى كروموزوماتها، ولكن هناك أيضا نواة أكبر بكثير ، لا تلعب أى دور فى انقسام الخلية، ولكنها تحوى داخلها مخزونا كبيرا من معلومات التشفير ، بما فى ذلك التعليمات الخاصة بكيفية تكون الخلية وتفاعلها. ويحتوى حيوان «الإبيدينيوم» على نقر تحاكى فتحة «الشرج» ، كما يحتوى على هذا التركيب الغريب المجزأ المحتوى على مواد تخزين

الغذاء ، مثل النشا الحيوانى (الجليكوجين) والباقى ، الذى يشبه للملاحظة العابرة عمودا فقريا ، إلا أنه بالرغم من أن «الإبيدينيوم» كائن وحيد الخلية ، فالشكل الذى ظهر به يوحى بأن تركيبه ، سيبدأ فى مشابهة صورة أرقى من الحياة ذات خلايا متعددة .

حينما افترضت أن سلوك الآدميين يشبه سلوك الخلايا الوحيدة ، فيمكننى أن أتخيل رد فعلك الذى لا يصدق هذا الافتراض ، وتساؤلاتك «فماذا إذن عن ركوب المنطاد ؟ وماذا عن تشييد سور الصين العظيم؟» ولا تقلل مثل هذه التساؤلات من قوة هذا الافتراض ، فلا يشكل الطفو خلال الهواء إلا مشكلة قليلة للخلية ، فحبة اللقاح المتواضعة الموجودة فى شجرة الصنوبر تتطور إلى كيسين قابلين للطفو ينقلان تلك الحبوب لأميال عديدة ، ويمكن رؤية سحب تلك الحبوب خلال الربيع كضباب فوق غابات الصنوبر .

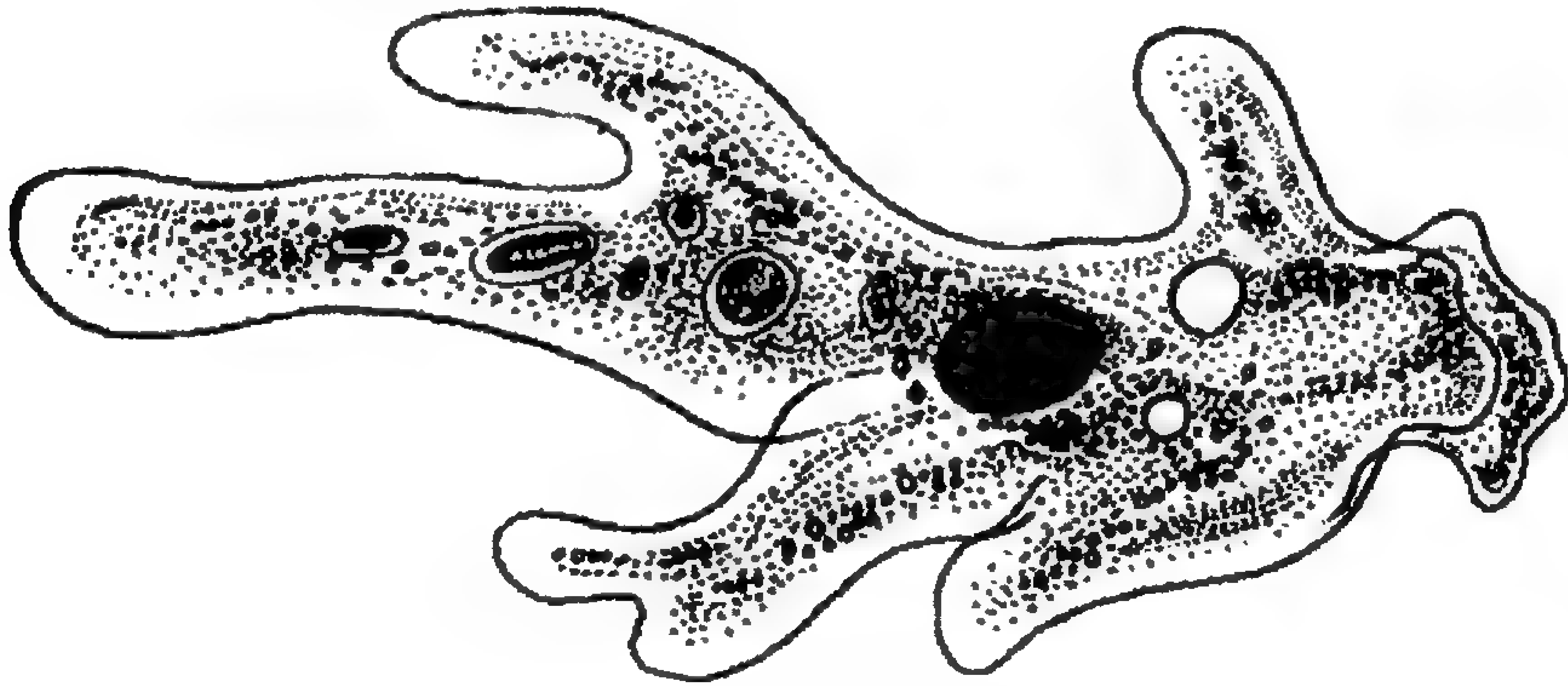


شكل (٣٦)

حياة الكائنات وحيدة الخلية فى حالة أقصى تعقيد لها

يعد الحيوان «إيبيدينيوم» نموذجا لأكثر الحيوانات وحيدة الخلية تعقيدا ، حيث يحتوى على تركيز من أعضاء الإحساس وهضم البروتين يماثل ما فى المخ وحتى تركيب مجزأ ينكر بالعمود الفقرى ، وفى هذا الكائن الدقيق الذى يعيش فى المعدة الأولى للماشية ، يمكننا أن نتوقع بعضا من خصائص المخلوقات الكبيرة عديدة الخلايا .

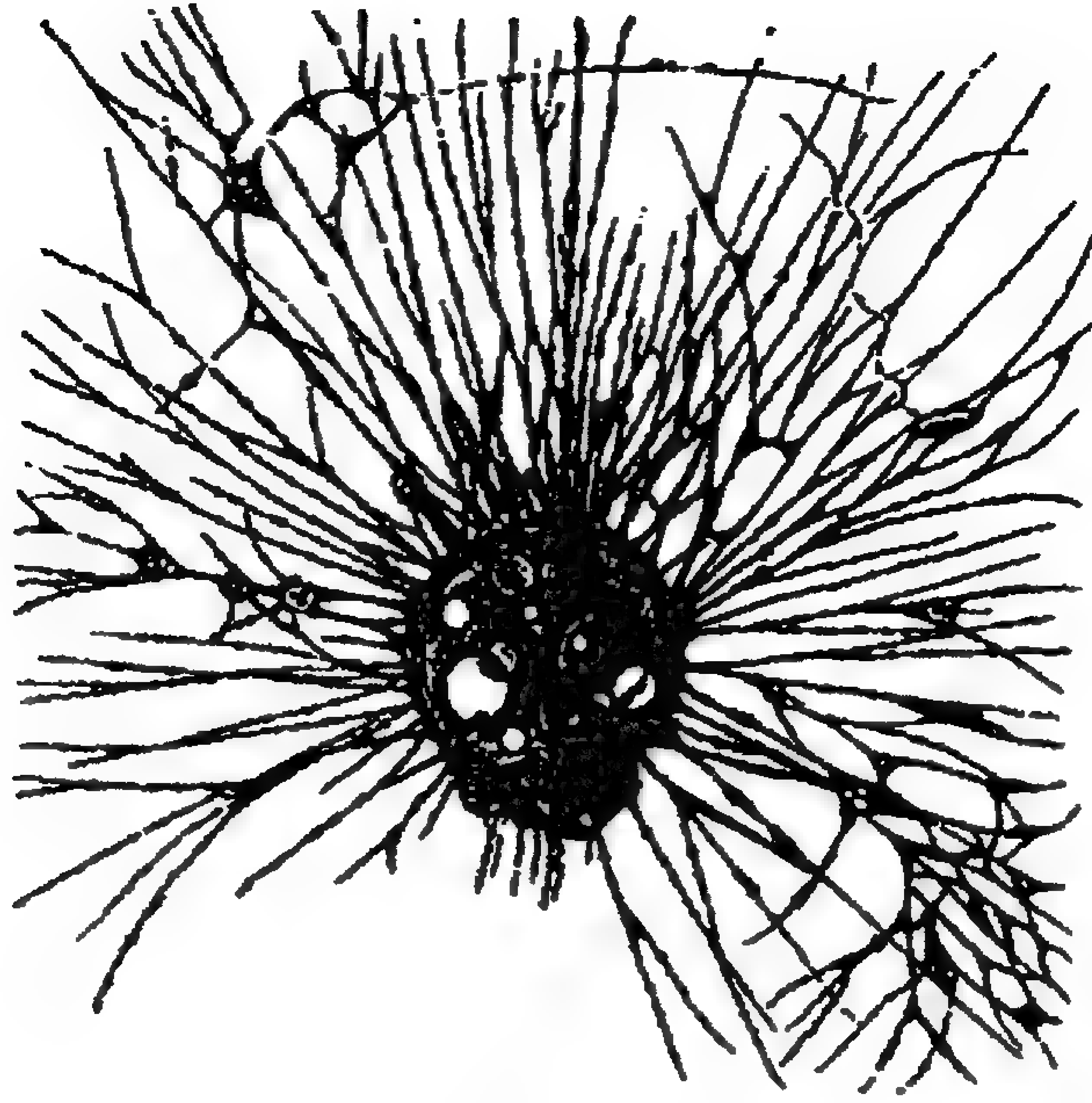
وكذلك تكثرعملية البناء بقوالب مكونة من المعادن فى عديد من الميكروبات ، فقد تكون خلية النوع «بروتياس» من الأميبا مألوفة بما فيه الكفاية ، ولكن أنواع الأميبا الأخرى تتحوصل فى دروع حجرية ، وقد صممت هندسة بنائها بدقة بحيث توفر أقصى قوة لذلك التركيب وتمكننا الطريقة المتقنة المصمم بها كل قشرة من تعريف الأنواع المختلفة من الأميبا عن طريق خصائص بناء كل قشرة من تلك القشور المتقنة الصنع . ويعتبر نوع «ديفلوجيا» من أكثر الأنواع المعروفة بتكوينها لهذه القشور، فهى تتميز بقدم كاذب أطول وأضيق وأقل تحبيبا مما فى حالة نوع الأميبا «بروتياس» . وتعيش الأميبا من نوع «ديفلوجيا» فى البرك وتلتقط حبات الرمل لتلصقها ببعضها وتبنى بها بيتها المجهرى . ويعتبر هذا إنجازا مرموقا بالنسبة لحيوان أولى عديم الشكل . وكما اكتشف بنو الإنسان البناء بالأحجار ، منذ قرون مضت ، فنعتبر أنفسنا متقدمين لأننا اكتشفنا أسس استخدام الأسمنت فى لصق أشياء منفصلة لتكوين حائط يوفر الحماية . ونجد من الحياة فى البحار حيوان «تينتوبسيس» الذى يستخدم أهدابه فى السباحة ، فهو يجمع أجزاء الصخر والجزيئات الكوارتز الزجاجية الدقيقة ، ويلصقها مع بعضها ليكون غرفة حامية له تشبه الجرس (ومن هنا أتى اسم جنس ذلك الكائن) ، فهو يخرج من بيته، حافظا نفسه فى أمان بواسطة اللويفات الشفافة المنقبضة ، وعندما يلوح الخطر يتراجع إلى داخل الملجأ الذى يوائمه بدقة .



شكل (٣٧)

كرية هلامية تتغذى وتجد طريقها

يعرض هذا الشكل منظرا لخلية وحيدة من نوع «أميبا بروتياس» تظهر فيه نواتها الداكنة واضحة قرب مركز الخلية، كما تظهر الفجوات الغذائية متناثرة فى السيتوبلازم ، حيث تمر بالمراحل المختلفة لهضم الطحالب التى تتغذى عليها الخلية ، كما تظهر بعض الفجوات المنقبضة بوضوح، التى تمتلئ بالماء وبعض الفضلات الذائبة ، وتتجه إلى سطح الخلية لتنفجر وتطلق سراح محتوياتها ، تماما مثلما تفعل الكلى فى الكائنات الأرقى .



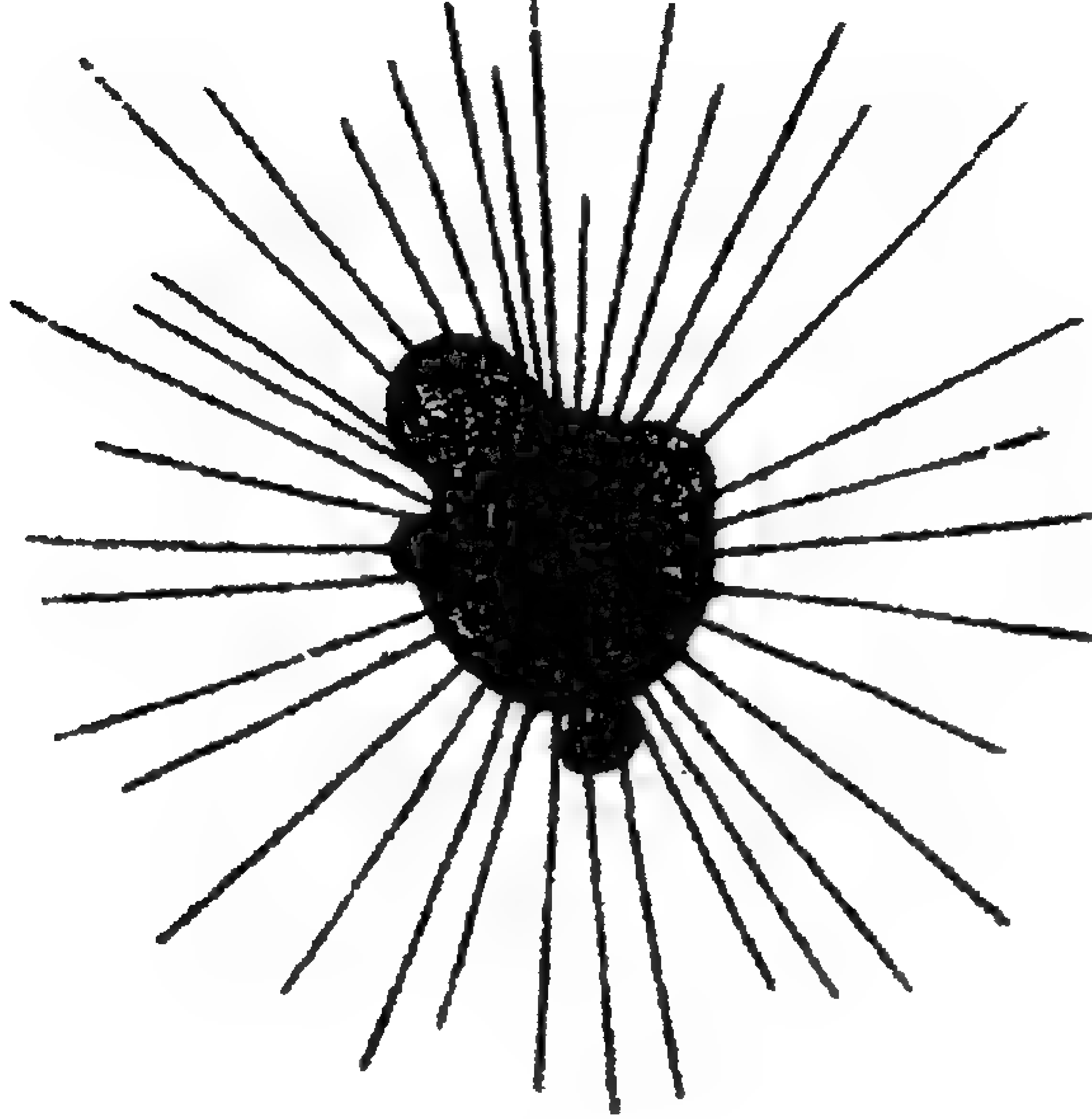
شكل (٣٨)

خلية أميبانية ذات شبكة من الشراك

تنتج إحدى الأميبات «جروميا» قشرة مخروطية يمتد منها صف من الأقدام الكاذبة، بعيدا عن الخلية ، لاقتناص الطحالب الأصغر حجما التى تتغذى عليها هذه الخلية ، وتجنب التيارات التى تحدثها الخلية الفريسة ببطء تجاه المركز ، حيث تبتلعها الخلية وتهضمها .

إذا رغبت فى أن ترى العلاقات بين هذه الصور من الحياة ذات الخلية الوحيدة وبين الكائنات الأرقى، فحينئذ ، لا يلزمك أن تنظر بعيدا إلى ما إذا كانت صورة الحياة سلاحف أو سرطانات ناسكة. فمنظورنا إلى الأميبا بسيط : إذ نتخيله أكثر قليلا من الحيوان الأولى وحيد الخلية عديم الشكل، ونعتقد أنه يمثل الصورة الأبسط من الحياة المعروفة للعلم. ويمكن طبقا للطريقة التى تعلمنا بها أن تتخذ الخلية أى شكل نرغبه ، فكل ما يحتاج المرء أن يفعله هو أن يرسم خطا متموجا ويضيف نقطة تمثل النواة ، كما يقولون ، ولكن لا شىء من كل هذا صحيح ، فالأميبا من نوع «بروتياس» تتميز فعلا عن الأنواع الأخرى من الأميبا لسبب يتعلق بالأبعاد ، والهيئة ، والمحيط ، وطرز

توجيه الأقدام الكاذبة ، فهيئتها متميزة فعلا، حتى أنها مزودة برأس وذيل ، وعلى الرغم من أنك قد لا تظن ذلك ، دع أميبا تزحف على تجويف فى طبق زجاجي مسدود الطرف وتتوقف فى طرفه البعيد .



شكل (٣٩)

الظهور الأخاذ لحيوان الشمس المجهرى

هذا الكائن المجهرى الرائع «أكتينوفريس سول» مألوف أيضا فى عينات المياه المأخوذة من البرك ، وهو ينتج زوائد دقيقة مثل «جروميا» تخرج منها أشعة مثل أذرع المروحة ، وقد تم طبع هذا الرسم المحفور فى مجلة «العلم للجميع» التى صدرت فى القرن التاسع عشر ، حيث كانت المعرفة العامة بالعلم أكثر شيوعا منها اليوم، وقد انتشرت هذه المجلة فى بريطانيا وفرنسا واستراليا والولايات المتحدة بشكل واسع .

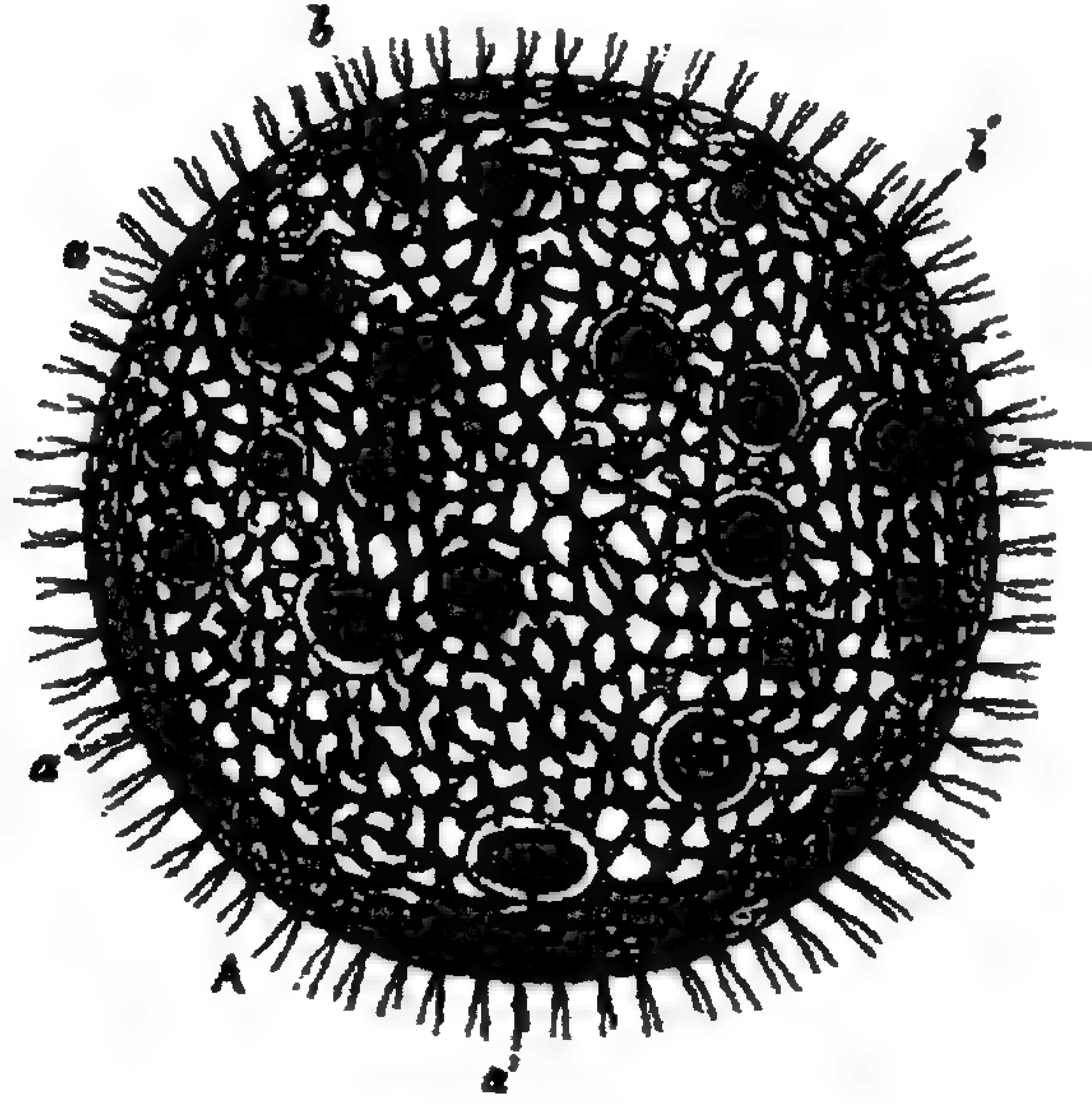
وحينئذ يمكننا أن نلاحظ من حركة الجينات داخلها ، أن الخلية تدور حول نفسها وتأتى ورأسها فى المقدمة ، ولكنك تربيت على الاعتقاد بأن الأميبا بسيطة للغاية ، فهل هى كذلك حقا؟ كلا ، لأن الأميبا تستطيع أن تفعل العديد مما يستطيع الإنسان أن يفعله، من الأيض والنشاط والإحساس والإخراج ، والتغذية والحركة ، وكل هذه الصفات المتعددة التى نملكها، تملكها الأميبا كذلك ، ولكن الأميبا تستطيع أيضا أن

تقوم بعدد من الأفعال التى لا يستطيع الإنسان القيام بها ، فهى تستطيع تنظيم معدل تكاثرها بالضبط لتوائم الكمية المتاحة من الغذاء ، وتستطيع بناء علبة حول نفسها لتحميها ، وبذلك فحين لا توائمها الظروف المتيحة لحياتها ، تستطيع الأميبا البقاء على قيد الحياة داخل تلك العلبة إلى أن تعود ظروف البيئة حولها إلى ما كانت عليه ، وهذه حيلة بارعة إذا كنت تستطيع القيام بها ، وبالطبع فتقوم الأميبا بكل هذا داخل خليتها الوحيدة .

ليس من الصعب إيضاح الطريقة التى يتحركون ويمشون بها ، فيكفى عصاتان خشبيتان ورباط مطاط لشرح عمل أحد أطراف الحيوانات الثديية لأحد الأطفال . تتكون الأميبا من مكونات قابلة للنوبان في الماء ، وينبغى أن تنوب فى الماء المحيط ، آخذة الغذاء في فجوات صغيرة ، ومخرجة الفضلات من خلال نقر تنفتح فى سطح الخلية وتستمر فى محاولة البقاء سليمة ، غير مصابة بأذى ، وحين تتوجه إلى وجهتها المختارة، تفعل ذلك بدون أى أطراف ، أو هيكل، وبدون أى استخدام عضلات ، ولا يداخلك اعتقاد بأن ذلك سهل كما يقولون ، فإذا كنا نرى الخلية كما لو كان لها قدرة كاملة، فيمكننا أن نحاول المزاوجة بين هذين المفهومين المتضادين للزيجوت الحديث التخصيب ، فهو يعيش مثل النقطة المجهرية ، أى كبذرة لحياة جديدة ، ولكنها تتيح للخلايا الناتجة عن انقسامها أن تعبر عن نفسها من خلال التخصص الوظيفي. وتعيش الكائنات عديدة الخلايا من خلال تقوية وظائف متخصصة فى مجموعات الخلايا المطابقة لها، بينما توقف عمل الوظائف غير الملائمة لذلك الموقع فى الجسم ، ويعتبر تكشف الخلية أحد ملامح الخطوات المتسلسلة لتطور هذه الخلايا عديدة الوظائف ، فقط إذا كانت هذه الملامح ملائمة لوظائف هذه الخطوات فى جسم الفرد البالغ .

وقد تلقى العلاقة بين الخلية والكائن ، الضوء على مشكلة طال أمدها فى علوم *الحياة، ألا وهى نشوء العينين ، فقد شغلت هذه المشكلة الكتاب لأكثر من قرن ، وفى* الحقيقة أنها حيرت «تشارلس داروين» (١٨٠٩-١٨٨٢) . ويكمن سبب الحيرة فى التنويع الهائل للعيون فى عالم الحيوان، فهناك ٥٠ طرازا مختلفا من العيون موجودة معا، فمنها المركب ، والبسيط ، وذو التركيب الخاطى والجامد، والذى يحتوى على عدسات تكونت من سطح الجسم ، والذى له عدسات ناعمة يمكنها تركيز بؤرتها ، وكذلك فبعضها صلب، والبعض الآخر مفرغ ، وكلها تصلح كطراز أساسى ، بمعنى أنه يوجد نظام للتركيز البؤرى فى المقدمة ومستقبل للضوء فى الخلف . المشكلة أنه توجد مجموعات من الحيوانات أنشأت لها عيون مصممة بطرق مختلفة محيرة ، فإذا نشأت

عين مرة ، فقد يكون من المعقول افتراض أن الطبيعة قد كررت كثيرا نفس التصميم فى كل الصور المختلفة للحياة. وطبقا للدروس التقليدية فى النشوء والتطور ، فهذا هو بالضبط ما يتوقعه المرء . لكن حقائق الحياة تناقض هذا التوقع، فيمكن أن يقدم مفهومى لهذه العلاقة التفسير الذى نحتاجه ، حيث أنه توجد عيون فى الخلايا ، فبعض من أصغر الطحالب الخضراء كونت عيونا متقنة ، ولأن هذه العيون صغيرة، فدائما ما نسميها «بقع عينية» ، ولكنها تستحق أفضل من ذلك، فليست البقعة نقطة عديمة الشكل ، لأن هذه العيون معقدة من التركيب ، فتوجد شبكية فنجانيةالشكل غالبا ، فى عين الميكروب التقليدية ، وتنطبع الصورة على هذه الشبكية بواسطة عدسات عاكسة ، وبعيدا عن الشبكية ، وتوجد لويفات فى الخلية توصل المنبه .



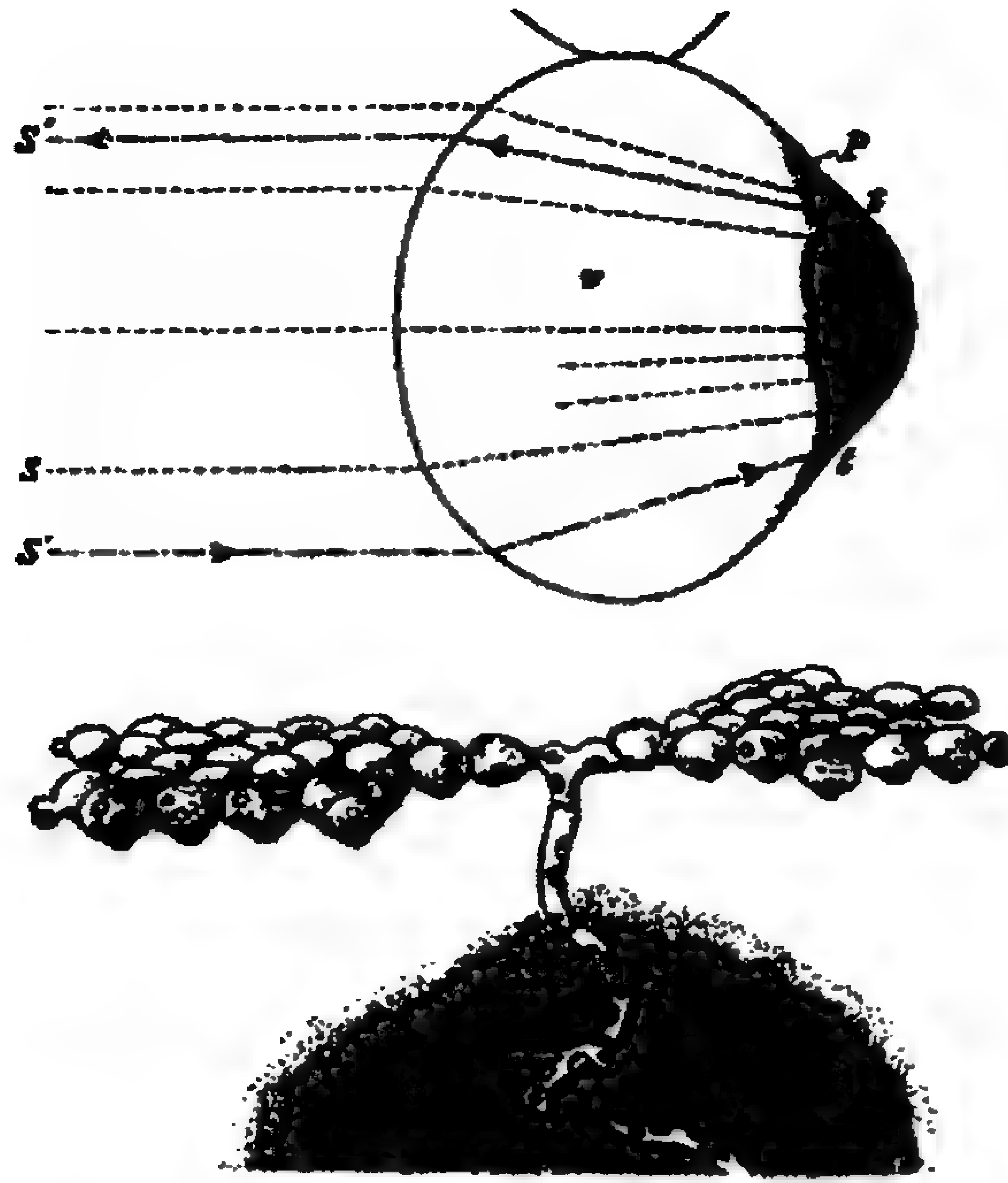
شكل (٤٠)

مجتمعات الطحالب التى تستخدم عيونها

طحلب البرك «فولفوكس» وحلقاته، خلايا طحلبية تنمو معا مكونة كرات جميلة مفرغة ، تعوم كل خلية بالتساهم مع جاراتها ، مغيرة لونها مثل الكرة الأرضية الدوارة ، ولكل من الخلايا المنفردة بقعة عينية تحتوى على فنجان من الصبغة الحمراء الحساسة للضوء، وعلى الرغم من أننا لا نستطيع أن نتخيل كيفية تفسير هذه الإشارات المرئية ، فإن مستعمرة الطحالب قادرة بطريقة أو بأخرى على رؤية المكان الذى تتجه إليه .

توجد هذه الملامح كلها فى فراغ الخلية الوحيدة ، ولكنها تعتبر ملامح بارزة للعيون المتطورة ترى فى كل الحيوانات عديدة الخلايا ، وتكون الأنواع عديدة الخلايا غنية فى علاقاتها – من حيث التشابه فى الخلايا التى تتكون منها العيون – مع الأنواع وحيدة الخلية، وهو ما يفسر السبب فى بناء كل العيون على نفس الطراز الأساسى . ومن الأسهل فهم حقيقة أن تصميم العيون المختلفة ذو نظام محير ، لأننا لم نعد نبحث عن آليات منفصلة كان يمكن أن تكون ضرورية إذا كانت هذه العيون قد نشأت مستقلة . والآن ، يمكننا أن نستنتج أن بناء العين لا علاقة له بفهمنا ، فالذى يهم هنا هو الأساس الذى تبنى عليه رؤية العين ، والذى سبق وضعه داخل الخلية . تعتمد الطريقة التى تطور بها الحيوانات المختلفة أعضاء الرؤية الخاصة بها على الطريقة التى تكونت بها أجسامها ، ويوحدها اعتمادها على العلاقات المرتبطة بأعضاء الرؤية داخل الخلايا الحية . فإذا استطاعت خلايا من أصل متعدد الأغراض أن تتخصص فى مجال الرؤية ، فإننا نحتاج أمثلة يمكننا أن نرقب فيها تغير تركيب الخلايا المتطابقة بينما تقوم بعمل متخصص . وتوفر الطبيعة الكثير من الأمثلة التى تمكننا من مراقبة ما يحدث .

سأختار الأميبا من نوع «ديكتيستيليوم» على سبيل المثال ، وهى نوع قد تجده فى إحدى الغابات ، فقد تجد خلية وحيدة من هذا الكائن تحت المجهر أثناء فحصك لعينة من تربة هذه الغابات ، فتستنتج وجود أميبا من النوع المعتاد ، وتترك الأمر عند هذا الحد ، ولكن الأميبا «ديكتيستيليوم» تتميز بمراحل متعددة من دورة حياتها المعقدة ، فهذه الخلايا الصغيرة تعيش فى الغابة بين الدبال والأوراق المتحللة ، حيث تتغذى على ميكروبات أصغر تشكل جزءا من النظم الخاصة بتدوير الغابة ، فهى تتغذى ، وتنمو ، وتنقسم إلى النصف ، مثلما تفعل الأميبا دائما ، وعند حلول زمن التكاثر الجنسى ، يتغير كل هذا . ويرقد أحد الأفراد – فى مكان ما فى وسط هذا المجتمع المتباين من خلايا منفصلة تعيش حرة – حيث يبدأ فى إرسال إشارة .



شكل (٤١)

سرخس «غابة» يعطى الإشارة بظهور بداءات العدسة

رسم هذا الرسم التخطيطى إدوارد ستراسبورجر فى العصر الفيكتورى ، ويبدو لأول وهلة مثل قطاع فى العين - لكنه يصور خلية متخصصة للسرخس «شيستوتيجا» الذى يكون جدائل من خلايا عاكسة للضوء مثل إشارات المرور وتبدو باهرة الإضاءة فى الأرض الداكنة، وتسمى هذه الظاهرة «الجن الذهبى» وكل خلية مؤقلمة خصيصا لتركيز مستويات منخفضة من الضوء .

وتمكننا مشاهدة فيلم يستغرق بعض الوقت ، عن مجتمع من هذه الخلايا تحت المجهر ، من رؤية إشعاع الإشارة الصادرة إلى الخارج ، واسمح لى بسؤالك عما إذا كان يمكنك أن تصور فيلما وثائقيا عن قنابل تلقى من طائرة أثناء الحرب ؟ إن فعلت هذا ، فإنك ترى موجات صدمات مشعة متحدة المركز تنتشر للخارج من النقطة الخاصة بالتأثير، ويماثل هذا إلى حد كبير ما تراه فى هذه الصور المجهرية ، حيث ترى موجة صدمية مركزية تمتد للخارج من خلية فى مكان تأثيرها فى المجموعة وترسل إشارة للخارج ذات ضوء ينتشر بوضوح ، سالكا سلوك المادة الكيماوية النشطة ، لأن

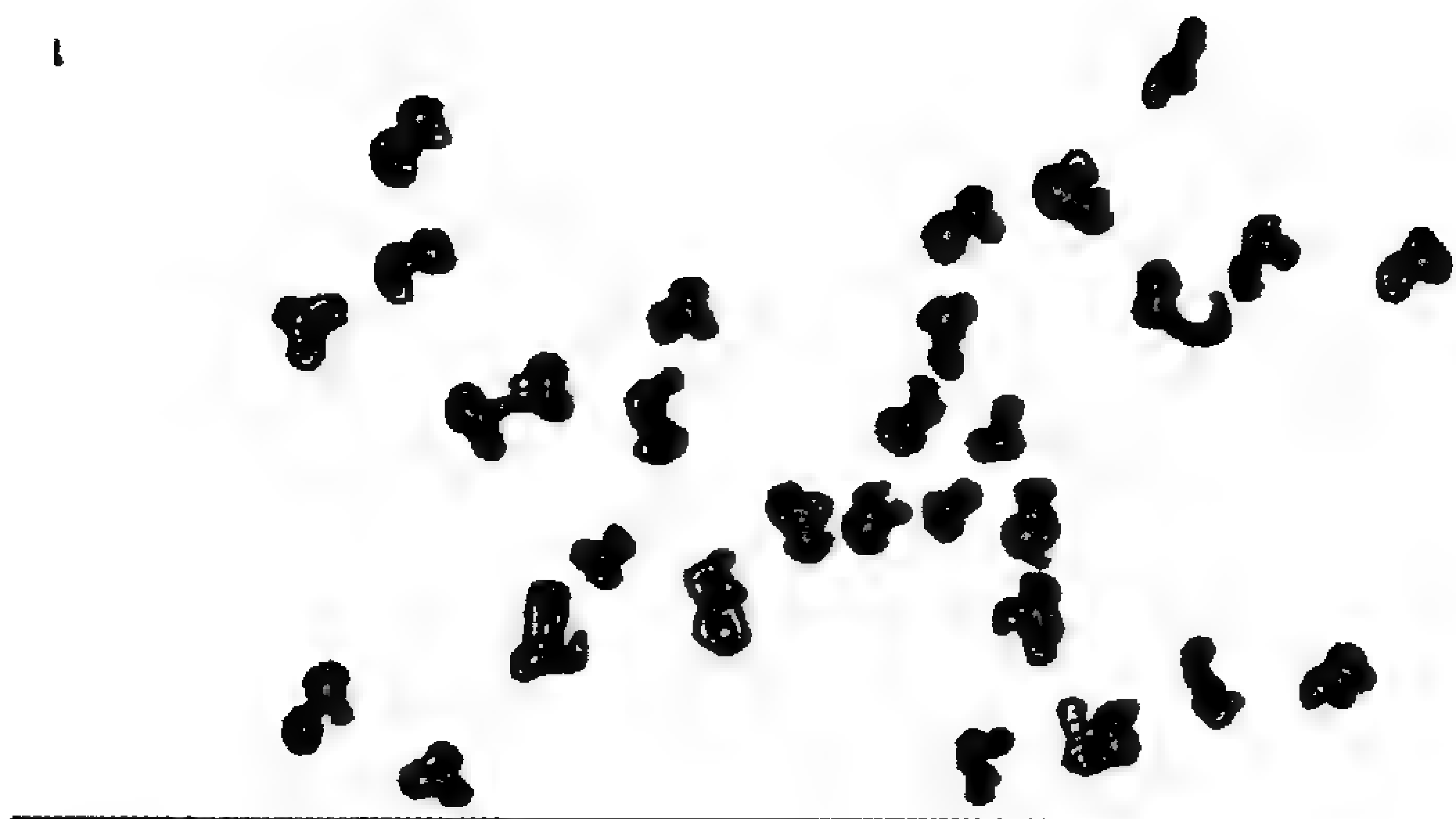
ما يحدث هو أن كل الخلايا فى ذلك المجتمع بالذات ، تنجذب إلى البؤرة العامة ، وبينما تزحف معا ، تتزاوج لتكوّن خيطا كثيفا من الخلايا التى تصبح منجذبة إلى الوسط . فحين تكتلت الكائنات معا ، كونت كتلة الخلايا جسما واحدا - انبثق من هذه المادة ، بينما كانت آخر الكائنات المتناثرة تتكتل معا - وكون كُرَيّةً صغيرة من الحياة فى حجم يقارب حجم رأس عمود الثقاب ، نتيجة لهذا التجمع .

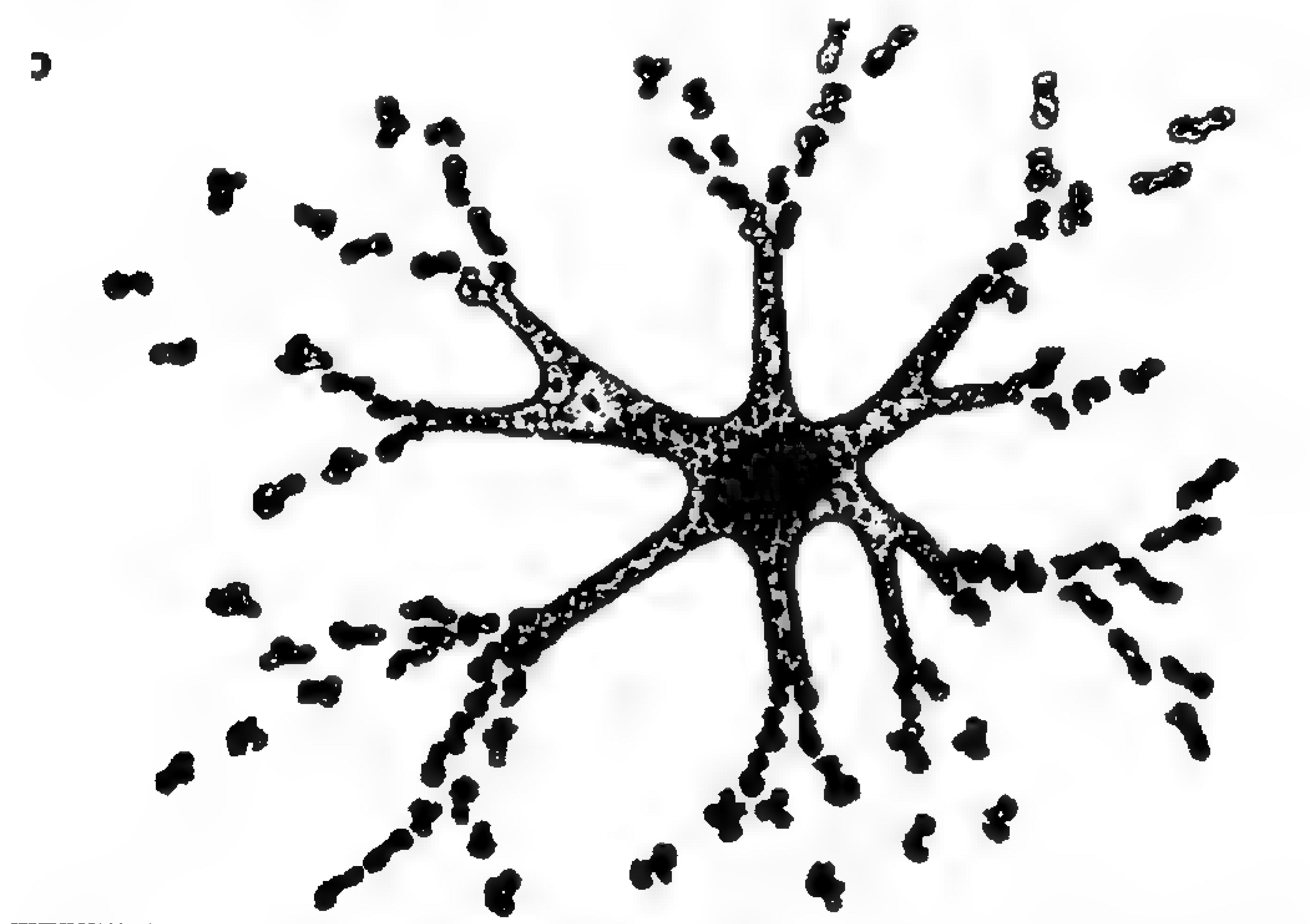
الآن ، وقد أصبحت هذه الكائنات الوحيدة الخلية مخلوقا عديد الخلايا ، فيبدأ فى الزحف . إذا وجدت أحد هذه المخلوقات تحت مجهرك فقد تراه ككائن عديد الخلايا يشبه كائنا رخويا ، وقد لا يربطها بخلايا الأميبات التى تعيش حرة والتى سبق أن رأيتها ، وفى الحقيقة ، أعطيت مرحلة الإثمار اسما علميا فى كثير من هذه الأعفان المخاطية، فى حين أعطيت الخلايا الحرة اسما مختلفا اختلافا كليا ، وقد مرت حقب عديدة قبل أن تكشف الدراسة المجدة أنه توجد مراحل مختلفة من نفس دورة الحياة ، فحين تصل هذه المخلوقات الرخوية إلى مكان مناسب تتوقف عن الحركة .

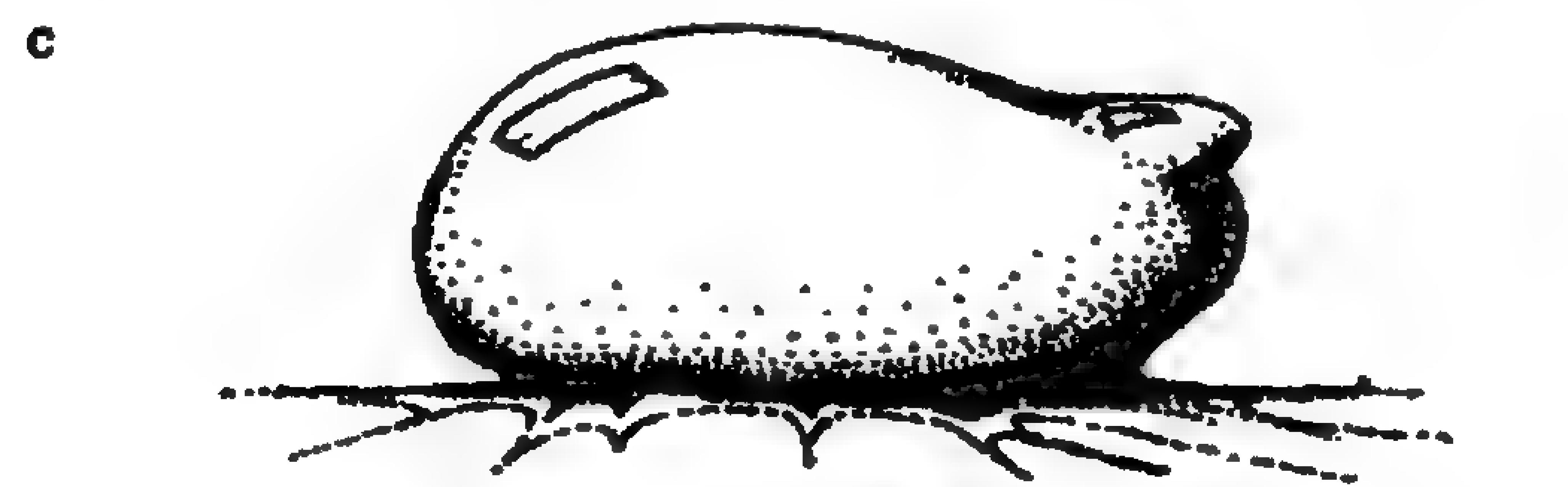
وتغير الكائنات سلوكها التساهمى للمرة الثانية ، ويبدأ الجسم الناتج عن التكاثر فى الحياة المكشوفة فى الهواء، مكونا برجا تتسلق عليه خلايا الأميبات الصغيرة فوق بعضها ، وتنتشر فوق قمته لتكون تركيبا برجيا طوله حوالى عدة ملليمترات يشبه مدينة فضاء كروية مجهرية ، كما يبدو هذا التركيب الغض الرطب مثل دبوس دقيق، وبعد بعض عمليات التكاثر المعقدة التى لم تفهم بعد فهما كاملا، فتتحول الخلايا فى داخل الجدار الكروى من الجدر المتصلبة إلى جراثيم ، وحينئذ ينكسر الكيس الجرثومى وتنطلق الجراثيم بعيدا لتكون مستعمرة من مساحات جديدة من الغابة حيث تستقر علي تربتها ، حيث يشكل هذا دورة حياة غير عادية ، ومن المهم ملاحظة أن هذه الأميبا لا ترتكب مثل هذا الخطأ من الالتحاق بأحد أفراد السلالات الأخرى أو الأنواع الشاذة ، فهى تملك القدرة على رفض كل الإشارات الأخرى من الميكروبات التى تكثر فى تربة الغابة ، وفى نهاية اليوم تتعرف على الخلايا التى تختارها للتعاون ، كخلايا مختلفة ومرغوبة ، من بين كل الخلايا الأخرى التى تقابلها ، وبالضبط كما فى حالة بناء قشرة تلك الفرطيسات (المتعضيات وحيدة الخلايا أو اللاخلوية) التى تزخر بطرز من السلوك يمكن مقارنتها فى العديد من

مسارات حياتنا ، ولذا ، فإن ظاهرة مجيء الخلايا المنفصلة لتتحد معا مكونة جسما واحدا توجد فى مجموعات أخرى من الميكروبات ، فهناك بكتريا ترتبط ببعضها مكونة جسما واحدا بهذه الطريقة بالضبط ، وترسل البكتريا من جنس «كوندومايسيس» أيضا إشارات مشابهة ، وحين تكتشف البكتريا الصحيحة ، تبدأ فى الهجرة فى اتجاه بعضها لتكون مجموعة من الخلايا ، وينمو هذا الجسم المتكون فوق سطح التربة وينتج أكياسا جرثومية عند أطراف فروع خارجة من العمود المركزى الذى تنطلق منه الجراثيم الجافة . وتشكل مستعمرات البكتريا المتحركة بالتساوى أمرا مثيرا للفضول ، حيث إنها معروفة منذ حقب عديدة ، ولكن المعروف عنها حتى الآن قليل ، فقد تحتوى مستعمرة كروية واحدة من هذه البكتريا بلايين الخلايا المنفصلة فى الفضاء ، والتى يبلغ حجمها على سطح طبق الآجار مقدار رأس دبوس ، حيث تزحف كل المستعمرة، التى تتكون من خلايا بكتيرية منفصلة ، غير منتظمة فى أى نوع من المصفوفات ، ولكنها تنمو معا وتتحرك مع بعضها ، بحيث تملك كل المستعمرة «حس الاتجاه» الخاص بها ، فى حين تترك الكائنات العارضة خلفها لأن المستعمرة «الأم» تزحف عبر الطبق ، ولذا فقد ترى أين ذهبت تلك المستعمرة «الابنة» التى تبدأ التكون فى صحوة الكتلة المتحركة . وتتحرك تلك المجموعة الكاملة المتباينة التى فى حجم رأس عود الثقاب بنفسها ، حيث استخدم الباحثون بعضا كنماذج للخلايا البسيطة ويشيع منها «دايكتيستيليوم» فى المعامل المعنية ببحوث السرطان. وأظن أنها يمكنها إخبارنا أكثر بكثير عن الطريقة التى تتصل بها كل الكائنات بصلة القرابة وكيف توصل لها المعلومات عن بعد.

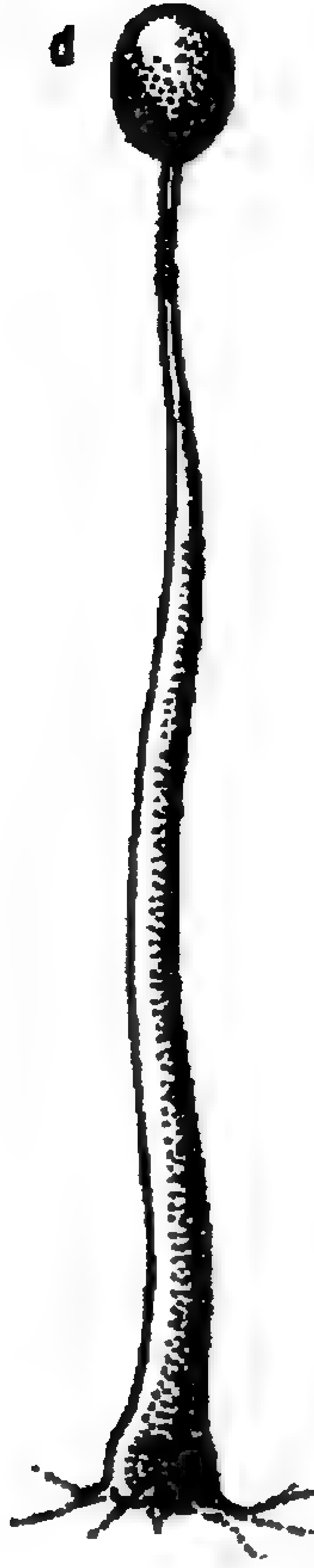
ونحن أنفسنا نشترك مع الأميبا فى هذه الخاصية ، فهى كرات الدم البيضاء ، فقد كانت تسمى «الخلايا الملتهمة» بعد أن فحصها العالم الروسى «إيليا ميتشنيكوف» (١٨٤٥-١٩١٦) ، فهذه الخلايا تلتهم البكتريا والأجسام الغريبة الأخرى فى الدم ، وكان « إرنست هاكيل » (١٨٣٤-١٩١٩) أول من لاحظ تلك الخاصية فيها ذلك فى ألمانيا .







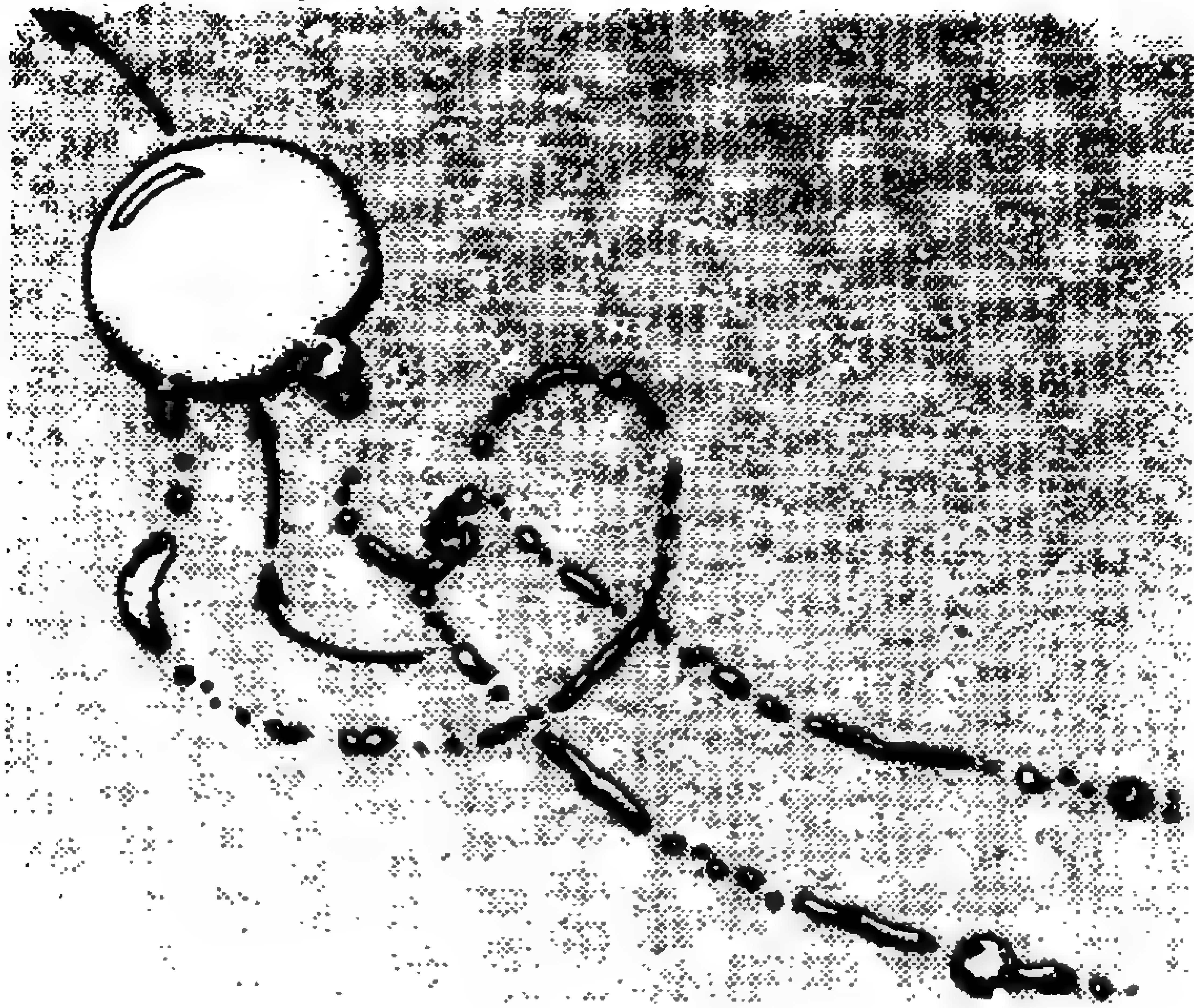
شكل (٤٢ – أ)



شكل (٤٢ ب)

حين تتحد الخلايا المنفصلة فى خلية واحدة

توجد الخلايا الأميبية الخاصة بالعفن «اللزج» كخلايا منفردة (أ) حتى يحل الوقت لتكوين جرثومة ، وترسل إشارات بواسطة خلية قرب المركز تسحب كل الخلايا معا (ب) ، حيث تتكتل الخلايا مكونة كائنا يشبه حيوانا رخويا يزحف باحثا عن مكان مناسب لتكاثر (ج) ، ثم تزحف الخلايا واحدة فوق الأخرى لتكون كيسا جرثوميا تنطلق منه الجراثيم للمحافظة على بقاء هذا النوع .



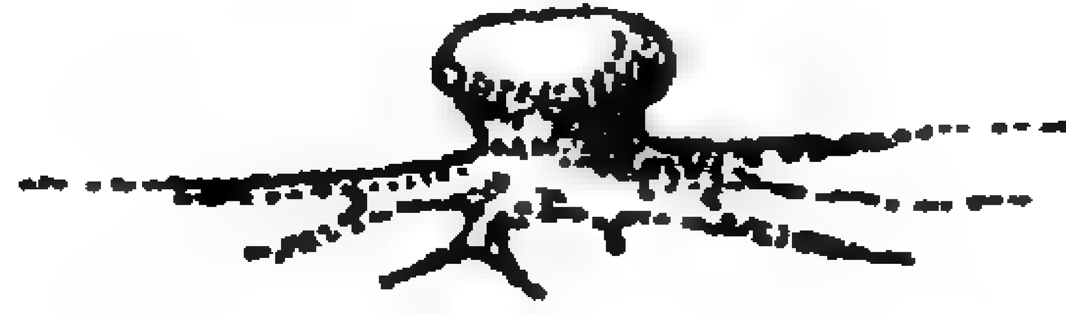
شكل (٤٢)

بكتيريا يمكنها تكوين مستعمرة

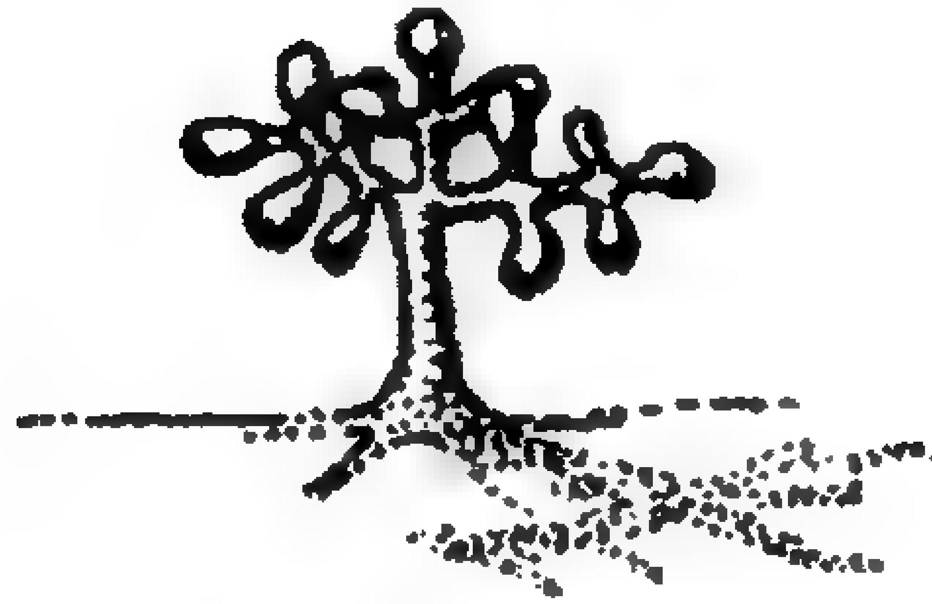
تكون بعض أنواع البكتيريا مستعمرات تتحرك كوحدة واحدة، وتنمو على طبق الآجار فى المعمل، وتتحرك بنفسها مثل كائن منفرد، ومن حين لآخر ، تتحرر مجموعات من الخلايا من مستعمراتها الدقيقة، التى تسلك سلوك الكائنات البدائية ويمكنها أن تتحرك عبر السطح.

وتتصف هذه الخلايا بسيتوبلازم محبب ونواة مفصصة تبدو كما لو كانت مكونة من أقسام متميزة ، وقد ألغى استعمال اسم «الخلايا الملتهمة» بين الحربين العالميتين ، وأصبحت معروفة بدلا من ذلك - بسبب مظهرها - باسم «الخلايا عديدة الأنوية المحببة» ، ولكن العلم يفضل عادة استخدام كلمات بسيطة للدلالة علي مصطلحات معقدة، عن طريق مضاعفة الرقم أو المقطع ، وفى هذه الحالة كان التغيير من التسمية الأولى إلى الثانية تغييرا من كلمتين إلى أربع كلمات، مما يزيد عن المتوسط المعتاد ، وهكذا تُقصى لغة العلم ، الدخلاء عليها فى هذا الشأن ، وفى معمل اليوم تسمى فقط «خلايا بيضاء» أو «كرات دموية بيضاء» .









شكل (٤٤)

بكتيريا مستقلة ذات تركيب متوحد الخلية

تسلك بعض البكتريا سلوك الأعفان المخاطية التى تقضى حياتها كميكروبات مستقلة ، ولكنها تغير سلوكها عند مرحلة التكاثر الجنسى ، حين تنتج الجراثيم وتتكتل الخلايا المنفصلة معا لتنتج كائنا واحدا يرتفع لأعلى فى الهواء ، وهنا نرى بداية اتحاد الكائنات المنفصلة مندمجة فى كائن واحد ، يمثل أصل الحياة عديدة الخلايا .

وفى الحقيقة، توجد طرز مختلفة منها، تتضمن «الخلايا القابلة للصبغ بالصبغات القاعدية» «والخلايا» القابلة الصبغ بصبغة الأيوسين» التى اكتسب أسماءها من انجذابها للصبغات المجهرية . هناك أيضا خلايا بيضاء أخرى تتضمن الخلايا وحيدة الخلية التى تشكل أكبر أحجام تلك الخلايا وكذلك الخلايا الليمفاوية (المتخصصة فى المناعة) التى تتضمن أصغر تلك الخلايا حجما وتشترك تلك الخلايا فى كونها حرة

الحركة ومستقلة السلوك ، فهى تبحث عن غزارة وأجسام غريبة وتفعل كل ما فى وسعها لتدميرها، فالخلايا الليمفاوية مدربة على تمييز الصديق من العدو فى الغدة الثيموسية ، وهناك نظم أخرى داخل أجسامنا تحفظ الكرات البيضاء مدربة لطرد الدخلاء ، ولا توجد طريقة يمكنك بها أن تتحكم فى هذه الخلايا ، بالرغم من أنها جزء من جسمك ، فهى تعمل بالدفع، والدافع الذاتى ، ومستقلة استقلالا كاملا ، فلا تتأثر حيث انتقلت بالهرمونات، أو برسالة يرسلها عصب إليها ، وهى تملك قرارها فيما تقوم به من عمليات ولها علاقات مستقلة تماما، ولكنها تعتبر من بين الخلايا المكونة للجسم الآدمى . وقد يكون هذا تذكيرا لنا بأننا لا نعدو أن نكون مجموعات من خلايا منفصلة تعمل معا لإنتاج شخص. إذا اكتشفت الخلايا وجود أغراب ، فإنها تحاول التخلص منهم بالغريزة ، فهى لا تفر وتختبئ ، ولكن تكرس نفسها لتدمير الغريب حتى لو أدى ذلك إلى أن تضحى بنفسها فى هذه العملية، فالحرص على تدمير الغرباء غلاب ، حتى لو كان الجسم الغريب قد أدخل لصالح الكل ، مثلما يحدث عن زراعة عضو – على سبيل المثال – حيث تهاجمه خلايا العائل البيضاء ، ما لم تكبح هذه الاستجابة المناعية ، ونفعل هذا فى بعض الأحيان باستخدام العقاقير ، فيمكننا أن نغلف خلايا العضو المانح بواسطة جينات معلمة تجعل هذا العضو يبدو كما لو كان «من نفس الجسم» لخلايا الجسم المستقبلة للعضو. وخلاصة القول ، فإننا نكون قد خدعنا الخلايا الممنوحة بحيث تميز خلايا العضو المانح كخلايا «صديقة» وليست عدوة .

انتعشت آمال عظيمة ، فى كامبريدج بإنجلترا ، إزاء احتمال إمكان إحداث نقل الأعضاء من الخنازير إلى مريض فى حاجة إلى نقل هذا العضو، وكان ينبغى أن تحمل «جينات معلمة» من مريضهم ، وبذلك فقد يتم تمييز عضو منقول من خنزير إلى المستقبل الآدمى لهذا العضو «كعضو من نفس الجسم «بواسطة العائل الجديد» ، وقد ادعى أن هذا قد ينهى مشاكل رفض الأعضاء حيث ثارت الاعتراضات بسبب وجود فرصة لنقل الأمراض من الفيروسية التى اعتادت الخنازير أن تؤويها ، كما قد تطلق العنان لمرض يصيب الآدميين . وقد تكون هذه عاقبة غير عادية لفعل طيب القصد ، ربما نستطيع أن نطلق العنان لوباء فيروسى كامن فى جينات خنزير من خلال نقل الأعضاء .

لا يدعم الدليل الذى بين أيدينا هذه الاحتمالات غير المستقرة ، فخلال ١٩٩٠–١٩٩٣ تم إعطاء عشرة مرضى بالسكر خلايا بديلة من «جزيرات لانجرهانز» من بنكرياس خنزير ، وتتكون هذه الجزيرات من غدد دقيقة فى البنكرياس وتفرز

الأنسولين ، وكان المأمول أن يؤدى استبدالها إلى مساعدة المرضى فى الشفاء من إصابتهم بمرض السكر ، ومن المشوق أن عددا من هؤلاء المرضى أنتجوا أجساما مضادة للفيروسات التى تصيب الخنازير ، وهذا يعنى أنه توجد فى الحقيقة فيروسات ذات تأثير ضعيفٍ فى أنسجة الخنزير، تفاعلت معها الخلاياالآدمية ، ولكن ، على أى حال لم يمرض أىٌ من هؤلاء، ولذلك ، نحتاج إلى التأكد المطلق من عواقب ما نفعل قبل أن نبدز فى شغل أنفسنا بغير طائل بنقل الأعضاء بين الأجناس المختلفة ، كما أننا نحتاج إلى الحرص بشأن القصص المفزعة التى لا أساس لها من الصحة . وتبقى هناك إمكانية أنه بكبح ميل الجسم لمهاجمة الخلايا التى تغزوه، فإنما ننشئ صعوبات مستقبلية لا يمكن التنبؤ بها .

يحدث التعقيد الذى تتميز به قدرة الخلية على مهاجمة الدخلاء أصداء فى العالم الحيوانى ، فالطبيعة غنية بالصراعات والحروب الأهلية الجارية فى المجتمعات الإنسانية التى تفسدنا كثيرا فى العصر الحديث ، كما حدث فى القرون الماضية . ويبدو أن الناس يواظبون على الابتهاج بمهاجمة بعضهم بعضا، كما يبدو أننا الآن نتقبل الصراع القبلى والعرقى كأمر عادى. توجد نظريات قليلة تفسر السبب فى أننا نبدو فى حالة حرب لا تنتهى ، لكن لا تتطابق هذه التفسيرات دائما مع الحقائق الواقعة فى الحياة . يقول المنظرون العسكريون أن المبالغة فى النزعة الإقليمية أو الميزة الاقتصادية هما السبب فى الصراع ، ولكن معظم أحداث الحرب القاسية لم تقع عندما كانت الميزة الإقليمية متوفرة بالضرورة ، فما نراه عبارة عن جيران ، وأناس من ثقافة متشابهة، يهاجم بعضها بعضا فى تشويه مدروس ، ولا أحد يرغب فى ادعاء أرض جديدة ، فلم نحصل إلا على تدمير طريقة للحياة وتشويه ما قد تم إنجازه وهى آلية من آليات الكراهية الغريزية للآخر ، والتى تتضمنها الثقافة الإنسانية، وهناك حالات يوجد فيها الرفض من هذا النوع – وهو مرادف للكراهية – بين مجتمعات الكائنات الحية ، ودعنا نحاول ترتيب هذه الأفكار ، ونتبين كيف يمكن لرفض «الغير» الكامن فى الأعماق «أن يفسر النزاع الإنسانى ويوفر كذلك آلة للنشوء حيث تتيح نظرية النشوء مساحة صالحة لقوى قاهرة تقوم بما يمكن أن يسمى «انتخاب ضد» بدلا من «انتخاب لأجل» ، وقد يوفر هذا العناصر الغائبة من نظريات النشوء التقليدية ، حيث يساء فهم موقف «شارلز داروين» على نطاق واسع، فقد أعلن دوليا عن ريادته كجد أعلى للرأى الذى كان يسود وقتئذ ، وعن الحاجة إلى أن يصبح المرء من أتباع «الداروينية» ، حيث لقى

هذا الاتجاه ترحيبا بلغ إلى حد أن أصبح فى الغالب نوعا من الدين ، يعتنقه بعض العلماء المحدثين كما لو كان مذهب «الداروينية» عقيدة ينبغى الإيمان بها ، فيأتى «النشوء الدارويني» كقاعدة لفلسفة علم الأحياء الحديث ، ويرمى هؤلاء العلماء زملاءهم الذين يشكون فى هذه القاعدة بأنهم هراطقة منشقون أو كفار ، حيث نجح داروين فى الإقناع بنظريته وجعلها شائعة ، ولكنه لم يكن الأصل فى نشأتها ، فلم توجد كلمة «نشوء» فى نص من نصوص كتاب «أصل الأنواع» الأصلى حتى الطبعة السادسة ، ولم يقدم مضمون هذا الكتاب إلى «جمعية لينين» بواسطة داروين وحده ، بل كان بحثا مشتركا مع ألفريد روسل رولاس «الذى كان بحثه المسمى «ميل الأصناف للتغير غير المحدود عن الطراز الأصلى» حاسما فى فهم النشوء. وفى نهاية ذلك العام ، لم يرحب التقرير السنوى عن أنشطة «جمعية لينين» (كما توقعت) بالبحث كعلامة طريق بارزة ، وبدلا من ذلك ذكر بقسوة أنه لم تكن هناك بحوث ذات أهميةكبرى خلال العام . وتوجد مدرسة فكرية تصر على انتماء «نظرية النشوء» إلى «والاس» بدلا من «داروين» وتصبح الحقيقة أسوأ عندما قرئ البحث المشترك بين «داروين» و «والاس» عن «الانتخاب الطبيعى» الذى نشر فى طبعة عمرها على الأقل ٢٠ سنة، فقد كانت هذه النظرية مفسرة فى كتاب صدر من قبل عن زراعة الأشجار ، مطبوع فى ١٨٣١ لمؤلفه «باتريك ماثيو» (١٧٩٠-١٨٧٤) وهو مربى فواكه اسكتلندى والذى أصبح معروفا جيدا لداروين ، فقد تضمن كتابه «الخشب وزراعة الأشجار» ملحقا عن الانتخاب الطبيعى حيث ذكر :

«يوجد قانون عام فى الطبيعة، يميل إلى منح كل كائن منتج أفضل إمكانية توافق ظروفه .. يبدو نوعه منتويا أن يعطى نموذجا للقوى الطبيعية والعقلية أو الغريزية يوصلها إلى أقصى ما يمكن من الإتقان .

ومضى ماثيو يقول :

«تملك الطبيعة فى كل تحويراتها للحياة، قوة الزيادة بأكثر مما يمكن أن يحتاج لإمداد المكان بما يسقط، وتلك الأفراد التى لا تملك القدرة والسرعة و «إذا طلبت طبعة أخرى من كتابى ، سوف أضمنها تنويها بالتأثير السابق ، وواضح أن ذلك المفهوم كان ينمو على مساحة صغيرة من الوعى المعاصر قبل أن يكتب داروين كتابه . وفيما بعد غير داروين رأيه ، وكتب متراجعا عن رأيه السابق :

«حدس كاتب مغمور آرائى فضمنها فى كتابه عن أشجار الغابة» ، رغم أن تضمينها فى الفقرات المتناثرة من كتابه لم يكن ملحوظا من أحد، ومنذ ذلك الوقت ، لم يسمع أحد عن «ماثيو» بالرغم من أنه لا بد أن يكون قد أحدث تأثيرا على المجتمع المعاصر فى ذلك الوقت ، وكان السبب فى ذلك هو منع كتابه من الوجود فى مكتبات «بيرتشاير» . ويكشف «ماثيو» عن أن فكرة «الانتخاب الطبيعى» كانت قد بدأت تنمو مع مضى الوقت ، وذلك بعدة عقود سابقة على فكر «داروين»، فكتابات «ماثيو» كانت ثرية فى عرضها لأصداء الثقافة التقليدية المعاصرة فى ذلك الوقت ، إذ أنه حين عكس بوضوح وجهة النظر القائلة بأن تلك النظرية كانت ملائمة ، لسيادة الإمبراطورية البريطانية على العالم ، وكانت الفاشية أحد ميول «ماثيو» ، إذ أنه فى مؤلفه المعروف باسم «حقول الهجرة» فى ١٨٣٩. أيد بوضوح «تقطيع» المستعمرات البريطانية إلى أروميات قليلة كما قد تفعل فى حالة «الأشجار المعيقة» وتراجع «ماثيو» عن وجهة نظره العرقية هذه فى أواسط سنوات عمره ، حيث كتب خطابا إلى «داروين» فى ١٨٦٢ أظهر فيه المدى الذى وصل إليه فى تراجعه ، وكتب فى الخطاب «أنا غير مقتنع ببقائى هنا لأفترس وأطأ زملائى من المخلوقات» وقد تمت طباعة الكتاب عن «الانتخاب الطبيعى» بمدة طويلة جدا سابقة لكتاب «أصل الأنواع» ، مما يجعل النظرية «الداروينية» تبدو متأخرة نسبيا، وأعتقد أن «داروين» كان يعكس الإجماع العلمى المتنامى حيث ساعد الوجود المسبق لمبادئ الانتخاب الطبعى فى الضمير العام على نجاح كتابه من الناحية التجارية ، واليوم يقدس «الداروينيون» تأليفه الرائع ، وفى الحقيقة أن هذا التقديس أضعف حصافة البرامج التى بثت عن «تشارلز داروين» فى التلفزة البريطانية التى أذيعت فى ربيع ١٩٩٨ ، حيث ادعت «أن ذلك التقدم المعرفى المفاجئ الذى اتسم بالعقلانية والمنسوب إليه وصياغته لمصطلح (النشوء) ، أثر على كل شيء من السياسة إلى فن العمارة، حيث زعمت هذه البرامج أنه التقدم الأكبر الوحيد فى الفلسفة من عدة قرون ، حيث أنها قدمت النظرية القائلة بأن الإنسان سليل القردة كإلهام صاعق ، وأنا أقترح العكس – إذ كان داروين يعرض مفهوما قائما ، وأستطيع حتى أن أقتبس كلماته لأدعم بها هذه الهرطقة الظاهرة ، لأنه كتب فى المقدمة الخاصة بكتابه «أصل الإنسان» :

«ليست خلاصة أن الإنسان هو السليل المصاحب للأنواع الأخرى الأدنى منه والصور المنقرضة ، بجديدة على الإطلاق» .

وفى خضم ترحيبهم بتشارلز داروين واعتباره شيئا قريبا من الألوهية ، فلم أر أبدا تلك الكلمات مقتبسة بواسطة الداروينيين المعاصرين . فهل يظهر هذا أن اسم «داروين» قد ارتبط خطأ بالانتخاب الطبيعى ؟ إذ أنه يوجد توصيف أقدم حتى من توصيف «ماثيو» ، جاء فيه أن : «الحيوان الأقوى والأنشط هو الذى ينبغى أن يقوم بإكثار النوع ، حتى يتحسن النوع نتيجة لذلك» ، فهذه هى «الداروينية محبوسة فى غلاف جوزة ، وهذه كلمات «داروين» نفسه – بالرغم أنها ليست صادرة عنه بل من جده «إيراسماس» والمطبوع فى كتابه المعروف باسم «نواميس حياة الحيوان» الصادر فى ١٧٩٤ . وقد اعترف «تشارلز داروين» فيما بعد أنه قد قرأ ذلك الكتاب ، لكنه أقر بأنها كانت «آراء متشابهة» مع كتابات جده ، ولم ينتج عنها أى تأثير على» ، وقد صاغ «إراسماس داروين» بوضوح ذلك المفهوم عن «بقاء الأكثر ملائمة» قد تكون مثل هذه الأفكار قد شكلت جزءا من أساس نظرية «ماثيو» ، التى اعترف بها أيضا «تشارلز داروين» .

وفى الحقيقة ، فلم تقل أعمال «إراسماس داروين» إلا قليلا عن «أصل الأنواع» على الإطلاق ، وكان عمله منصبا على الضغوط التى تحافظ على اختلاف الأنواع ، ولكن التنويع هو اللحظة التى تصبح فيها الفروق بين نوع ونوعين تحته واضحة .

افرض مثلا أنك كنت ستأخذ مجموعة أو مجتمعا أو حقلا من الزبابات ذات الذيل متوسط الطول ، فهل كنت ستتركها فى الحقل وتعود إلى الوراء مليون سنة ؟ قد يكون هذا ممكنا تماما أنه حينئذ قد يتعين عليك أن يكون لديك نوعين من الزباب متميزين عن بعضهما : أحدهما قصير الذيل والآخر طويله ، وتم تصميم نموذج رياضى لإيضاح كيفية حدوث التنويع ، يتصف بأخدود ثلاثى الأبعاد ، مقسم إلى أخدودين فرعيين ، تجرى أسفلهما كريات صغيرة ، بعضها يذهب إلى أسفل الفرع الأيسر والبعض الآخر إلى الفرع الأيمن ، وهذا هو النموذج الاستعادى الذى يوضح مثالا لما يحدث حينما يصبح نوع واحد نوعين ، ولكن تبقى معى الحقيقة – أنه بينما تجرى البلية أسفل التجويف – فإن التجويف والقسم الذى به ويقع فى مقدمة موضع الكريات المتدحرجة ، لا تبقى حتى الآن، فالذى يبقى هو الكريات نفسها التى تشكل علامة متعجلة تسجل المعدل الذى يحدث به النشوء ، وهذا يفسر السبب فى أن الكرية تاتى فعلا إلى ما نشخصه اليوم على أنه انقسام ثنائى ، فهل تبدأ الكرية الذهاب فى اتجاه اليسار أو اليمين ؟ فإذا كان الأخدود مبنيا فمن السهل رؤية كيفية سلوك

الكريات ، ولكنها تبتكر عملية توليد مسار أخدودها ، ويشكل هذا الجبهة الأمامية للنشوء ، والتى يمكن ألا تحمل أى دلالة على أنها تعرف وجهتها .

دعنا نعود إلى زبابنا كنموذج تقليدى ، ونختبر ما يعنيه هذا ، فمن السهل جدا افتراض أن الزباب طويل الذيل مما يعنى أنها أعضاء في النوع متوسط طول الذيل ، ولكن ذيلها أطول قليلا من متوسط أطوال الذيول ، وقد يميل فى الحقيقة إلى تهجين أكثر ، عند إحدى نهايتى الحقل ، مع أفراد قصار الذيول يتم تهجينهم عند النهاية الأخرى، وهذا ما تعلمه «داروين» ، لأن الانفصال الجغرافى كان بالنسبة له واحدا من أكثر العوامل أهمية فى التصنيف المؤدى إلى التنويع . وإذا استبعدت الأنواع فحينئذ لن يكون الأفراد قادرين على التأقلم مع خبرات بيئية متباينة ، فيموتون بينما يزداد الآخرون ، فيمنحون بهذه الطريقة وقتا كافيا فى هاتين المنطقتين الجغرافيتين المنفصلتين ، فقد يكون لديك نوعين منفصلين ، ونادرا ما يوجد فى العالم الحقيقى انفصال جغرافى تتضح فيه هذه الظاهرة ، فكثير من الأنواع (مثل الفراشات التى تشكل نموذجا رئيسيا) نشأت فى اتجاهات متعددة بينما كانت تتواجد متعايشة مع بعضها فى سلام ، وبذلك علينا الآن أن ندرس السبب فى أن مجموعة أو كائنات – مثل زبابنا ذى الذيل المتوسط قد يصبح نوعين على الإطلاق ، وقد تخرج باستنتاج أن : حيوانات الزباب ذات الذيول الأطول قليلا تتزاوج مع بعضها ، وتفعل ذلك مع الحيوانات ذات الذيل الأقصر مما يؤدى فى نهاية مليون سنة إلى حصولنا على نوعين متميزين ، ويصلح هذا الاستنتاج فقط إذا استحضرت مفهوما جديدا ، بمعنى أنه ليست الحيوانات ذات الذيول الأطول فقط هى التى تتزاوج مع بعضها، ولكن تلك ذوات الذيول الأطول لا تحب التزاوج مع ذوات الذيول الأقصر ، فليست القضية خاصة بكائنات ترغب فى التزاوج الداخلى فى مجموعات فيما بينها، ولكنها خاصة بكائنات لا ترغب فى التزاوج مع أفراد المجموعات الأخرى. ويوجد مبدأ لدى الحيوانات الأرقى ، هو نشوء الرفض للآخرين ، فيوجد لدى الحيوانات الأرقى مبدأ الرفض لغير المشابهين . وقد نحتاج الآن إلى الحوار وإلى تحديد السبب الذى من أجله نحتاج له .

تحذف النظريات الخاصة بالنشوء ناحية بالغة الأهمية فى الانتخاب الجنسى ، رغم أن وجود انتخاب الأنثى لقرينها موثق بما فيه الكفاية ، وبالنسبة لتشارلز داروين وآخرين ، كان دائما ينظر إلى التزاوج كأداة للنشوء ، حيث تشكل طقوسه التى يمكن رؤيتها أحد الظواهر الرئيسية فى عالم الحيوان . وتلعب المغازلة فى الطيور بالذات ،

والتى أحيانا ما تتم بطريقة عجيبة ، والتى نراها على المستوى المجهرى - فى المتعضيات وحيدة الخلايا (الفرطيسات) - التى تتورحول بعضها عندما تقرر ما إذا كان القرين المتقدم إليها مناسبا أم لا. ونحن أنفسنا ننغمس فى طقوس الجماع ، بما فى ذلك صبغ شفاهنا ورموشنا وتعطير أجسامنا ، وفى ارتداء الثياب ودهان البشرة بالعطور ، وبينما ننغمس فى هذه الطقوس، نتقبلها بالطبع كأمور عادية ، بالرغم من أنها تعتبر عجيبة حين نفكر فيها بموضوعية . وإذا لم تكن طقوس التزاوج قائمة، فلم يكن يوجد مبرر لأن يخترع أحد الحاجة إليها ، فهى تبدو أنها حجر الزاوية الذى يرتكز عليه تقدم النشوء، حيث يشكل مفهوما غامضا عن الاختيار من الأنثى، فهذا الموضوع أخذ اهتماما متناميا مع مضى الوقت . ويبدو أن معنى الاختيار من قبل الأنثى، قد لاقى سوءا فى الفهم، فنحن نظن أنه يعنى أن الأنثى تقوم بتمييز إيجابى يحابى شريكها المختار ، ولكن هذا لا يمكن أن يكون المفتاح، فهى فقط فى موقف تستخدم فيه هذا المعيار الإيجابى ، إذا كان قد سبق لها أن قامت بعدد من التقييمات السلبية ، فيمكن أن يكون اختيار القرين فعالا إذا سبق للأنثى رفض مرشحين آخرين تقدموا لها .

إذا تقدم تسعة «خاطبين» لأنثى ، فلا يكفى القول بأنهم كلهم عرضوا أنفسهم ريثما وجدت منهم من برهن على استحقاقه للقبول، فهذا القول يصلح فقط إذا كان الذكور سوف يأتون لعرض أنفسهم على الأنثى ثم يبتعدون إذا لم يحدث قبول ، ولكن فى الحقيقة ، لا بد أن تقرر الأنثى بطريقة ما أنها لا تريد «الخاطبين» الآخرين المتاحين لها قبل أن تتمكن من الاختيار النهائى ، ويوجد لدينا نموذج واضح للحاجة إلى الرفض «للخاطب» غير اللائق . وهنا يثور اعتراض واضح على صحة هذا الافتراض، وهو تزاوج الذكور متعاقبين مع إحدى الإناث فى أنواع عديدة ، سواء رغبت هذه الأنثى أم لا . ولكن يوضح العمل الذى قام به «ويليام إبراهارد» فى أمريكا أن بعض آليات التحكم كامنة فى جسم الأنثى ، فى أنواع عديدة من الكائنات الأولية ، حيث تخزن الحيوانات المنوية من الذكور التى تعاقبت عليها ، ولكن هذه الأنثى تجرى اختبارا داخليا للحيوان المنوى الذى يخصبها ، حيث تنتج مركبات «سيتوكينين» ، وهى كيماويات تعطى إشارة للخلايا لتوجهها إلى كيفية التعرف . وتحتوى بعض الأنواع على مسارات معقدة ومطولة لا بد أن تمر الخلايا بها ، وتستخدمها لفرز الحيوانات المنوية المرغوبة من غيرها . ويمكن للأنثى أن تستبين الجينات الخاصة بالجاذبية

الأنثوية أو بالذكورة وأن تنتخب الحيوانات المنوية التى تخصب بويضاتها ، وبذلك يتحكم اختيار الأنثى الذى تقوم به فى النشوء نتيجة لذلك الاختبار ، فإذا كان رأى «إبرهارد» صحيحا ، فإن عددا من الآليات التى ذكرها يكون داخليا ومخفيا ، أى يكون بعيدا عن تدخل الذكر ولكننا يجب أن نحيط علما بالعمليات الكاملة التى يتضمنها الاختيار ، فليست القضية هى معرفة ما تحب ، ورفض ما تعتبره غريبا حتى لو كان أساسيا، وينبغى أن يحتل أولوية . ونحن نتعرف كآدميين على مجموعات غير متشابهة فى حياتنا اليومية ، ويمكن تمييز هذه المجموعات بالملبس أو السلوك أو الحديث أو العبارات الودية . وهناك قليل من المتطرفين ذوى الخسة المنكبين على التوافق العنصرى ، بالضبط كما لو كان يوجد قليل من المحافظين الذين يرتدون صنادل مفتوحة من الأمام وصديريات من جلد الثور ، وبالطبع كان أحد هؤلاء سياسيا من العمال، تحدث فى مأدبة عشاء رسمى فى لندن مرتديا حلة بنية اللون غير رسمية ، وكذلك طرد أحد الرسميين الحكوميين من عمله بسبب ارتدائه سروالا من قماش قطنى تعلوه صديرية من نفس القماش . وسوف يرد بأن «نحن لا نريد أن نرتدى حللا» ، ولكن السروال والصديرية من هذا القماش هى زى رجال الأعمال من اليافعين. ويشكل ميلنا للتجمع فى مجموعات أو عصابات أو قبائل لغزا محيرا ، وفى رأيى أن أهم معالم ذلك الميل ، ليس جمع الأشخاص ذوى العقول المتقاربة معا، بل الرفض لكل الأفراد التى تختلف عن المجموعة ، وتعكس العبارة الهامسة خلال زفير غاضب «قيادة نسائية للسيارة» و «تلاميذ و رؤوس فارغة» : السخرية التى تقال للاعتراض على هذا السلوك المتعمد ، حيث تنعكس الرغبة فى التميز من خلال الحديث كما فيه خلال الثياب . ويشكل التساؤل عن أسباب تباين اللغات واللهجات أحد الأسرار الخالدة ، لأن اللغة لها هدفان ، فهى تستعمل كوسيلة للاتصال الذى هو جزء من قيمتها، وكذلك فهى أكثر فائدة كدليل للجماعة ، وعلامة على الانتماء أو عدم الانتماء لها . وإذا كانت اللغة ستعتبر كوسيلة للاتصال بين المجتمعات الإنسانية ، فكان ينبغى أن يوجد ميل لمزج اللغات ببعضها ، ولكنها أصبحت – بدلا من ذلك – متزايدة الاختلاف على مدار القرون . وقد رأينا هذا فى زمننا الحالى ، فقد بدأ «الهيبيون» فى لندن خلال حقبة أو أكثر فى الثمانينات من القرن العشرين، فى نطق كلمات باللهجة الأمريكية تعنى التساؤل أو الموافقة أو كليهما ، كنوع من الهتافات التى تعبر عن ذهن غالب ، وفى نفس الوقت ، بدأ المراهقون فى لوس أنجلس فى نطق حروف متحركة بلهجة إنجليزية مزيفة:

«مرحبا» ، وقد يقولونها لتحية بعضهم بعضا (ولمضايقة والديهم) ، وحيث نراقب هنا تطور اللغة ، نجد أن أعضاء المجموعة فقط هم الذين يتكلمون بهذه اللهجة ، وأما العلماء فيستعملون مصطلحات خاصة ، ونعتقد أن هذا يساعد كذلك فى الاتصال . وفى الحقيقة ، أن هذا على العكس تماما ؛ فالمصطلحات العلمية مقصود بها تعويق فهم من هم خارج هذا المجال ، وكما كنت غالبا ألاحظ، فى معامل تحليل الدم خلية دموية تعرف باسم «كرة الدم الحمراء» ، والتى تسمى روتينيا باسم «الخلايا الدموية الحمراء» ، وعلى أى حال ، فعندما يحضر أحد الغرباء عن المجال الطبى إلى المعمل يصبح اسمها «الخلايا الدموية الحمراء» مرة أخرى ، ويظل اسمها كذلك حتى يخرج «الغريب» . وهناك الغرض الأساسى للغة، وهو تمييز مجموعة بخصوصية نوع من الاتصال ، وتكون مفاهيم تراكيب الحديث غير المألوفة للغير مكنوزة فى داخل من يتكلمونه ، ولكن يمكن قمعها بعنف من مجموعات حاكمة ذات ثقافة مختلفة تتطور اللغات فى اتجاهات مختلفة للحفاظ على الاتصال داخل المجموعة ، ولمنعها من الانتشار خارجها . ويمكننا أن نرى إلى أى مدى يمكن قمعها بالطريقة التى تستأصلها بها مجموعة حاكمة، ففى عهدالجنرال «فرانكو حُظر التحدث باللغة «القطالانية» فى إسبانيا ، واعتبرت المطبوعات الصادرة بتلك اللغة المحترمة غير قانونية ، وأدى ذلك إلى وضع اليد على المجموعة الكاملة للأدب «القطلانى» ، كما منع استخدام لغة «الويلز» بواسطة الأطفال «الويلزيين» ، فى القرن التاسع عشر بواسطة معلميهم الذين كانوا يعاقبون من يستخدم تلك اللغة ، رغم تمكنها من ثقافة إنجلترا ، فكان أي طفل يسمع بأنه يتسخدم اللغة «الويلزية» القديمة يعطى لعبة على شكل رمز ليحملها ، تسمى «لا للغة الويلزية» ، وكان على ذلك الطفل أن يناولها لأى طفل آخر يضبط متلبسا بالحديث بتلك اللغة، وهكذا حتى نهاية اليوم حين لا يزال التلميذ يعاقب عن طريق حيازة اللعبة. تمثل اللغات مؤشرا ثقافيا ، ومعلما يشبه دخول خلية غريبة فى الجسم ، حيث ينظر إلى كون حظر لغة ما، مُهِماً بدرجة كبيرة لاستئصال ثقافة هذه اللغة .

تفسرهذه الحقيقة السبب فى أن الجدال بشأن الولايات المتحدة الأوربية ليس بجديد ، فهناك اختلافات ثقافية ضخمة بين المدن المتجاورة ، مثلا بين نوتنجهام ودربى، وبين برايتون وهوف وبين نيويورك وجيرسى، وبين لوس أنجلس وسان فرانسيسكو ، كما بين طوكيو وأوساكا ، فيوجد بالولايات المتحدة تماسك ملحوظ للثقافات ، رغم تعدد اللهجات وتباين أساليب الحياة من ولاية لأخرى ، رغم أن الأمريكيين الحقيقيين هم ذوو البشرة الحمراء النحاسية الذين تم عزلهم فى محميات خصصت لهذا الغرض ،

بينما نرى البيض من الأمريكيين فى أجهزة الإعلام وقد انحدروا من جذور ثقافات أوربية اختلطت لتنتج فهما جديدا يحتضن الجميع ، وليست أوربا هكذا ، فقد أمضى الأوربيون آلافا من السنين يطورون مختلف الثقافات ، بدلا من إحداث ثقافة تقليدية جديدة توحد بين أفراد جيل صاعد، وتمنح ظلال هذا السلوك حيوية للناس عبر ذلك الاغتصاب التاريخى للأرض ، والذى يشكل قهرا للاتساق بينهم، مما ينجم عنه مشاكل كبيرة، لا يتفهمها البيروقراطيون كثيرا ، فنحن نحتاج إلى الحفاوة بالثراء الثقافى والتنوع فى أوروبا ، بدلا من التصرف كما لو كان كل الأوربيين سواء .

وقد خدمت كرئيس لمنظمة «الكتاب الأوربيين» التى يقع مقرها فى «بروكسل» ، وفى الحقيقة عملت مع اللجنة ، وبالنسبة لى، كان الشىء الذى ميز صانعى القرار الأوربيين ، أنهم استحدثوا ثقافة كبيرة خاصة بهم ، وكذلك فإنه ليس من الرحمة فى شىء وصف الثقافة الخاصة بالنظرة الاستبطانية والأفق الضيق ، والإغراق فى بيروقراطية النصوص والحيل الإدارية، وحيثما يتجمعون ، فإنهم دائما يجتذبون الآخرين الذين يشبهونهم ، وعلى الرغم من أنهم يحكمون أوروبا ، فإنهم يتبنون موقفا عقليا شائعا وطريقة واحدة فى ارتداء الملابس ، تغفل بدرجة كبيرة الاختلاف الثقافى الذى تجده فى أوربا. وتعتقد أن الناس فى إسبانيا، يتحدثون باللغة الإسبانية ، وهذا ليس حقيقيا ، حيث أنهم يتحدثون بلغات قسطلية أو قطلية أو صقلية أو بلغة الباسك ، حيث تتعدد أقسام «تحت اللغات» فى داخل تلك اللغات . تعتقد أن كل امرئ فى ألمانيا يتحدث الألمانية ، ولكن ليس كذلك، ففى منطقة السار توجد لغة تشبه قليلا اللغة التى يتحدث بها أهل لوكسمبورج مع الشماليين، وهناك حتى الونديين السلافيين قريبا من برلين ، حيث لا علاقة لألسنتهم باللغة الألمانية. ونجد أن لغة «بروفينس» صعبة على الفهم إذا كنت فى باريس ، و «برايتون» يعيش فى شمال – غربى فرنسا ، فهناك على الأقل ست لغات فى إنجلترا (الإنجليزية – الويلزية – المانكسية – النورماندية – الفرنسية فى جزر الشانيل ، والكورنيشية ، الآن فى تصاعد) .

وتتعدد الثقافات فى كل البلاد عبر كل أوربا ، حيث توجد اختلافات ثقافية معقدة يجدها الآخرون صعبة الفهم ، وينتمى كثير منهم إلى طريقة قديمة للحياة ، فتتغير اللهجات غالبا كما تتغير هندسة المناظر الطبيعية . وأحيانا تقارن هندسة مناظر أصعب بطريقة أصعب للكلام. ويؤسس الأساس الكلى الذى يعمل عليه الاتحاد الأوربى على أسطورة تشبه ملابس جديدة للإمبراطور. وحين بدأ البيروقراطيون فى استعراض

عضلاتهم فى بروكسل ، سعوا لاستحضار التماثل بين البلاد إلى أوربا ، وقد قدموا فعلا مقترحات بشأن المربى والسجق الأوربيان تنصب على كميات المكونات التى يحددها القانون ، ولكن أنواع السجق التى تؤكل فى مقاطعتى كامبريدج وليتكولن تحتوى على نبات «القصعين» ، فلا تتوقع فى العادة أن تشترى هذه الأنواع فى كل مكان فى بريطانيا ، كذلك تختلف أنواع السجق التى تؤكل فى جنوب ألمانيا (بافاريا) عن تلك التى يستمتعون بها فى شمالها (فرانكفورت) ، وكذلك خرج أهل بروكسل – حديثا – باللائحة التى تقضى بأن يحتفظ صنف الجبن «ستيلتون» باسمه ، حيث إن هذا الاسم منسوب إلى القرية الصغيرة المسماة بهذا الاسم ، بينما يبقى اسم «الشيدار» متحررا من التحكم، حيث أنه اسم معروف جيدا دوليا ، ويرتبط حقا بقرية «سومرست» التى تصنع جبن «الشيدار»! ، وكذلك فإن الحلوى المسماة «بودينج يوركشاير» يمكن صناعتها فى أى دولة ، وهى تصنع فى الحقيقة غالبا فى مناطق غير «يوركشاير» ، فى حين أن اسم «الشامبانيا» يمكن إطلاقه لوصف نوع من النبيذ ينتج فى أى مكان خارج الحدود الضيقة للمنطقة التى تسمى بهذا الاسم فى فرنسا .

يشكل هذا كابوسا بيروقراطيا ، يخدم السياسيين الذين يعشقون ركوب سياراتهم المرسيدس ، ويعيدون مكالماتهم الهاتفية غير المحدودة ، يمكنهم دخول الشبكة الإعلامية، والذين أسعدهم جدا أن يتحكموا فى شئون الغير ، مما جلب التبعية لهم وولد نزواتهم التى قد تقضى باتخاذ القرارات عن طريق وحدات ثقافية فى داخل أوربا، متجاهلين مدى الاختلاف العقائدى بين الناس (وسأذكر مثالا لذلك فى حينه) ، ولكن تظهر على المدى القصير حقيقة ماهية «حيلة الثقة» فى هذه التبعية، حيث تستلزم نزوة التحكم الخضوع لسيطرة شيء أكبر، وبتعبير آخر ، فقد تكون القارة الأوربية هى التى تتيح لك اختلافاتك ، وبذلك يكون الأمر علي العكس . فيجب أن يصر الأوربيون على أننا مختلفون من قبل ذلك الاتحاد ، وأن على الجهة التنفيذية فى بروكسل أن تشغل نفسها بحل بعض المشاكل الحقيقية التى نواجهها ، فإذا كان هذا يعنى استخراج جوازات السفر ، وقيود العملة ، والتحكم فى المتاجرة ، فليكن، كما أن هناك حكومات تخترع بموجب هذا الاتحاد، ولكن لا يوجد سبب حقيقى يمنعك من السفر حول العالم إذا رغبت فى ذلك متحررا من القيود البيروقراطية وكان المبدأ السويدى «حقوق الفرد» أفضل بكثير كمفهوم لحرية الحركة ، التى لا يقيدها القانون بتنظيم معين، بل هى عادية ، وتمنع ملاك الأراضى من إبعاد الناس عن أراضيهم ، باستثناء المنطقة المحيطة

مباشرة بسكناهم، ولتقارن ذلك بالنظام فى إنجلترا أو أمريكا ، وحيث يمكن لمالك الأرض أن يوقفك إذا خطوت من خارج الممر المرسوم إلى داخل أرضه . وتشبه هذه العلامات السلوكية الطريقة التى نعيش بها .

يمكن للاختلافات السلوكية أن تسبب إزعاجا ، ودعنى أعطيك مثالا متخصصا، فأقدم لك ثلاث موائد طعام ، أولاها فى بوسطن بولاية ماساشوستس ، والثانية فى كامبريدج بإنجلترا ، والثالثة فى أبسالا بالسويد ، فإذا وضعت عشاء رسميا على المائدة فى كامبريدج وأضفت إليه علبا من الجعة، فقد يظن الناس أن ذلك تطرف فى الحط من قدر المدعويين ، حيث أنه كان ينبغى صب الجعة فى كؤوس بللورية أو - حتى أفضل فى أباريق دقيقة من القصدير ، ليكون نمط شربها متحضرا، كذلك يعتبر وضع علب اللبن على المائدة غير لائق ، حيث ينبغى صبه فى إناء من الخزف العظمى (شبه الشفاف) ثم توزيعه بإتقان (قبل الشاى ، ولكن بعد القهوة ، حسب الطريقة التقليدية). والآن دعنا ننتقل إلى بوسطن بولاية ماساشوسيتس ، فهناك إذا قمت بصب الجعة فى إبريق أو كأس ، فسوف تفضح نفسك بوصفك همجيا وخارجا عن الحدود . فكل من فى أمريكا يشرب الجعة مباشرة من العلبة ، لأن هذه هى الطريقة المعتادة لشربها .

وللحقيقة ، فإن الناس الذين زرتهم فى أمريكا يميلون إلى إبطال تلك العادة بعد أن أوضحت لهم ميل الطلاب إلي التبول على علب الخضر الموضوعة فى المجلات بالأسواق ، وكذلك الرذاذ غير المرئى المتراكم والمتجمد من الناس الذين يسعلون أثناء مرورهم، وعلى أثر هذا الإيضاح أصبحوا يميلون إلى الارتداد لصب الجعة فى كوب، والأكثر من ذلك ، أنهم بدأوا فى وضع علب اللبن من الورق المقوى على المائدة فى بوسطن ، وقد لا يلقى هذا قبولا من البعض قائلين : «هذه حفلة عشاء رسمية !فلتبق علبة اللبن تلك وتصبها فى إبريق» .

والآن نطير عبر العالم إلى «أبسالا» بالسويد، حيث يتشابه السويدى مع الإسكندنافيين الآخرين ، فى الولع باستهلاك عديد من صور الألبان والمنتجات المتخمرة التى تم تطويرها عبر القرون ، وأحدها هى «اللبن الخيطى» الذى يحتوى على مستعمرات نامية من البكتريا العقدية (ستريتو كوكاس) . ويأتى اللبن فى علب الورق المقوى ، ويبدو مثل البلغم، فهو بلغم أبيض لبنى ، ولكن البلغم لا يقتصر على ذلك ، فهناك أنواع أخرى من منتجات اللبن المتخمر (اليوجورت) الغروية (الجلوتينية) ، وهكذا

تجد دائما فى السويد علب اللبن المصنوعة من الورق المقوى، ليس فقط لوضعها على المائدة ، ولكنها توضع عليها بكل توقير وفى موضع التكريم، ومع ذلك يعتبر شربها فى العلبة على مائدة العشاء عادة تدل على سوء الأدب والتخلف وغير صحية فى نفس البلد، وقد يكون من الشيق أن نعرف أن النمط السلوكى فى بريطانيا يستنكر على الإطلاق – وضع علب الصفيح أو الورق المقوى على المائدة، ويقال فى السويد إنه لا غبار على شرب اللبن من علبة من الورق المقوى ، حيث إن ذلك يعتبر طبيعيا ، ولكنه بشرط ألا يكون ذلك من علبة صفيحية ، إلا أنك فى بوسطن يمكن إخبارك بأن علبة جعة من الصفيح أكثر الأشياء تحضرا فى العالم ، ولكنك لا ترى علبة لبن من الورق المقوى على مائدة معدة لمناسبة رسمية .

تدل هذه الفروق السلوكية الدقيقة على تقاليد مقبولة فى السلوك ، وحتى الاختلافات الطفيفة عن النمط المعتاد يمكن أن تسبب سخط أحد ممن تعودوا على طريقة مختلفة للسلوك ، وهناك بلاد ينبغى عليك فيها أن تحافظ على نفس الطبق على تتابع أصناف الطعام ، ولكن توقع سكاكين جديدة ، يحدد نوعها أين تضعها ، ولكن ثقافات تغير الأطباق التى تتغير هى والسكاكين مع تقديم الوجبة . ولا يؤدى الإهمال فى ملاحظة النمط السلوكى على المائدة إلى دفع المرء بأنه أجنبى على النمط فقط ولكنه يسبب أيضا قلقا فطريا، تحافظ الثقافات على تميزها برفض أنماط السلوك التى لا نناصرها .

يفسر ذلك أن السبب فى اشتعال الحروب القبلية بين القبائل البدائية بين مجموعات نعتبرها غريبة عنا ، حيث يبدو مشابها تماما لمثل ذلك الاختلاف فى نمط السلوك ، فلم يكن إشعال الحرب لمجرد الإحساس بالرغبة فى الحفاظ على أرضهم ، أو لأنهم عادة ما يأخذون الغنائم ثم يعودون إلى بيوتهم حين الانتهاء من ذلك ، ولم يكن الانتصار لمجرد الحصول على الأرض ، ولكن لاستعباد الناس واغتصابهم والتمثيل بهم وأكل لحومهم والعودة إلى البيت آخذين معهم كبد أو فروة رأس الضحية . صاغ كونراد لويتز مفهوم «الجنس البشرى» كفرد مقاتل ، حيث درس الطريقة التي تحفز بها الأوزات على السير خلفه ، حيث تميل أفراخ الأوز حديثة الفقس إلى تحديد ما تراه من المظاهر الخارجية بعد فترة قصيرة من الفقس مباشرة ، فهناك مرحلة حرجة لهذه «الظاهرة الدامغة» كما نسميها الآن يتم خلالها تملك الفرخ الصغير لآليات للتعرف على «الأم» بحيث تكون جاهزة للتوصيل أو البرمجة ، وهذا صحيح فى الأجناس الأخرى غير الأوز – ويشكل هذا السبب فى أهزوجة الحضانة ، التى تقول «حينما كان لمارى حمل صغير ، تبعها إلى المدرسة» ، فلا بد لنا من أن نختبر طبيعة هذا التعلم

عند مستواه الغريزى ، ونطرح الفكرة الخاصة بالقدرة الوراثية التى تبقى كامنة حتى تتحقق من خلال برمجتها بالممارسة الفعلية .

قد نشرت حديثا نتائج بعض البحوث فى أوهايو حيث أظهرت كيفية إظهار الانجذاب غير العادى من نحل العسل إلى أخواتها ، فإذا خلطت عددا من شغالات النحل فى مجتمعات مختلفة ، ومن مجتمعات نحل فى خلايا مختلفة ، فإنها سرعان ما تفرز نفسها إلى جماعات تنتسب لبعضها . وقد يجد شخص متعود على تصنيف الحشرات عن طريق تتابع جيناتها أنه من الصعب جدا أن يصنف مستوى التباعد بينها، إلا أن النحل تقوم بذلك بمنتهى الدقة ، فهى لا تختار نوعها بمجرد علامات جاذبة موجبة ، أو بعشيرتها التى تنتمى إليها ، لأن هذا يتحتم أن يكون تأثيرا ثانويا ، فالذى يجب أن يأتى أولا هو الرفض ، أو التعرف على «غير المنتمى» إلى العشيرة ، من الشغالات اللاتى قدمن من قبل . وتبقى النحلة متاحة للشريك الذى ستختاره ، أو للمجموعة التى ستنضم إليها فى آخر الأمر عن طريق صلاحيتها لرفض النحل الغريب الذى سبق أن تقابلت معه ، وهنا يوجد مثل آخر لوجود النزعة الفطرية للرفض .

أظهرت نتائج بحث آخر قام به «ميشيل كلاريدج» فى جامعة «كارديف» كيفية إخبار نطاطات الأوراق الأندونيسية غير المطابقة لها فى النوع بالابتعاد ، رغم تماثلهما فى الشكل الظاهرى تحت العدسة ، بحيث يستحيل التفريق بينهما ، فإذا فحصت صور المجهر الإلكترونى بدقة، فلربما أمكنك أن تلحظ الفرق بين هذين النوعين ، ولكن حتى لعيون الموهوبين ، وذوى الخبرة يستحيل التمييز بين هذين النوعين ، فهما يوجدان فى مناطق مختلفة من إندونيسيا ، وحين كتب «داروين» عن مثل هذه الظواهر استخلص أن السبب هو أن هذا النوع لم يحدث به تهجين من نوع آخر ، حيث أنه كان متميزا ، ولأن أفراده كانوا يعيشون فى منطقة يصعب فيها تزاوج نوع آخر معهم ، ولكن حيث إن تطور الزراعة قد جلب معه تكثيفها إلى إندونيسيا فقد تداخلت المناطق الجغرافية التى يوجد فيها هذان النوعان مما نتج عنه تطابق النوعين فى الشكل الخارجى حيث أنهما يتعايشان على نفس الكساء الخضرى فى إندونيسيا ، ولكنهما لا يتزاوجان ، ورغم ذلك، فإذا جمعتهما فى زجاجات صغيرة بالمعمل ، فمن المحتمل أن يحدث تزاوج بينهما بسبب الحبس والتقريب بينهما ، وهما لا يتزاوجان فى الغالب ، ولكن أحيانا يحدث ذلك ، وهنا يثور تساؤل، عن كيفية التميز بينهما وكيف يمكن القول بأنهما نوعان مختلفان ؟ وتكمن إجابة هذا التساؤل فى طريقة نداءاتهم للتزاوج ، فإذا حصلت على

بصمة صوت لنداء التزاوج الخاص بهذه الحشرات ، فسوف تجد أن أحد النوعين يحدث صوت النداء الخاص به من طرف أحد جناحيه ، بينما النوع الآخر يحدث الصوت الخاص به من طرف الجناح الآخر . فهما يطلقان الصرصرة الحادة الخاصة بكل منهما على أنصال أوراق الحشائش بترددات وتوقيتات مختلفة تختلف بين النوعين ، فتميز كل منهما عن الآخر، وتميز نطاقات الأوراق المنتشرة فى أى مكان آخر – أسفل أنصال أوراق الحشائش – التى تحس بهذه الذبذبة تنتقل بسرعة على طول النصل وتتعرف على ما إذا كانت من نوعه أم من نوع مختلف ، فإذا انتقلت إشارة الصوت الغريب إلى أسفل النصل ، فيتم للحشرة التحقق من أن ذلك هو صوت حشرة النوع الآخر فترفض الفرصة المتاحة لها فى التزاوج معها ، ولكن حيثما يمكن تشجيع حشرات النوعين المختلفين على التزاوج معا عند حبسهما معا فى حيز محدود ، فإن نسلهما الهجين يصدر مجالا من الذبذبة الصوتية تكون وسطا بين الذبذبات الصوتية لكل من التوعين المختلفين ، حيث تقع فى المنتصف بينهما ، وبالتالى فيمكن عن طريق جمع النطاقات فى البرية ووضعهم فى غرفة صغيرة لقياس الصوت، يسهل جدا التمييز بين نوع (أ) وآخر (ب) وهجين ، فالهجن لم توجد قط فى الطبيعة . وهنا أيضا يتحتم علينا أن نذكر مثالا من الآلية التى أفترضها للرفض ، فنطاط الأوراق يجلس على ورقته يتوق إلى التزاوج ، حين تأتى الإشارة الخطأ إليه فى أسفل ورقة الحشيشة ، وبذلك ، فحتى فى تلك المجتمعات الجاهزة للتزاوج ، يوجد مؤشر واضح على أنها ترفض الإشارات المرسلة من ثقافة غريبة عنها .

توجد أهمية كبيرة لدراسة الاستجابات المتعلمة المشفرة كمعايير لآليات الانتقاء، التى تمكننا من انتقاء الأشياء التى نحبها والتى لا بد كذلك (والأكثر أهمية من هذا) أن تكون الاستجابات مشفرة للأشياء التى نرفضها، وعلى سبيل المثال ، فقد ناقش بحث فى مجلة «الطبيعة» ظاهرة طول المهماز فى طيور «التدرج» ، حيث يكون طول المهماز «فى ذكور تلك الطيور إشارة واضحة تتعرف عليها الأنثى من نفس النوع لتدلها عليه إذا ما كانت ترغب فى التزاوج معه ، والأكثر أهمية إذا كانت لا ترغب فى التزاوج من ذكر بعينه من نوعها. وقد أثار هذا البحث استجابات حساسة أولها وجهة النظر التى مؤداها أن التفسيرالكلاسيكى للانتخاب «الداروينى» يتنبأ بأن خصائص الجاذبية الجنسية التى تعجل بنجاح التزاوج قد تؤثر على بقاء الذكور على قيد الحياة، وثانيها أنه إذا كانت المهاميز مفيدة لهذه الدرجة لذكور «التدرج»، فلماذا لا تزداد أطوالها بسرعة فى ذلك النوع – أو قد أضيف ، فى الذكور من كل الأنواع الأخرى كذلك ؟

فلماذا إذن يغيب هذا التزيين فى الإناث ؟ فكانت هناك وجهة للنظر تقول بأنه لا يوجد تباين وراثى إضافى لصفة المهاميز الطويلة ، ولكن تفسيرا أبسط وأحدث قدم فى هذا البحث ، مؤداه أن طول المهماز هو خاصية تعتمد علي الظروف ، وبعبارة أخرى فإنه ينبغى على أنثى طائر «التدرج» أن تتعلم التعرف على الهدف كمؤشر هام ، ومن هذا استخلص السبب فى انتخاب الإناث للمهماز الطويل، غالبا مثلما يميز الأسلوب الخاص بهنود «الموهيكان» الحمر (فى ولاية كونكتيكوت) فى قص الشعر ثقافتهم السائدة بينهم .

تتطابق هذه الأمثلة مع النظرية العامة التى أقدمها هنا، والتى تفيد بأن الانتخاب يحدث من خلال رفض الشريك (غير المرغوب) ، ومن المهم دائما تذكر أن الأنثى لا تختار بصفة إيجابية مجرد ذكر قابل للحياة ، ولكنها يجب أن تتضمن آليات فطرية متأصلة لرفض الأفراد «غير المرغوبين» ، إذ أن الاختيار لـ... «يمكن أن يوجد فقط فى حالة «اختيار متعدد» حيث يوجد» الاختيار ضد» ، وفى الحياة العملية، يكون افتراق «الأضداد» مزمنا ويجب أن تعرف الأنثى أنه فى خلال رفضها للتزاوج مع الذكور القليلين الذين يأتون ، فإنها تحفظ نفسها لواحد سوف تتعرف عليه بإيجابية كشريك تزاوج قابل للحياة. كنا فى الماضى قد استرحنا إلى الظاهرة الثانية ، ولكن الاستجابة الإيجابية يمكنها فقط أن تبقى إذا كانت الصفات الفطرية المتأصلة للرفض قد استعملت مبكرا فى تلك العملية .

وغالبا ما نهمل أهمية التعلم، رغم أننا نستجيب للمدخلات التى نتعلمها فى كل مرحلة من الحياة ، وفى كل لحظة من لحظات التطور والتى تتكيف بما نمارسه من خبرات، فلدينا نظم معقدة للتصحيح من أجل المدخلات ذات القيمة القليلة ، بالرغم من طاقتها العظيمة ، فنحن نفتقر إلى رؤية الطريقة التى بها يمكن التغيير فى حياتنا ، والتى يمكن بها تطويع مواقفنا حسبما نستجيب للمفاجآت الجديدة التى تظهر ، فهذه القدرة التى تنتشر على نطاق واسع خلال ممالك الحياة - غائبة - فى كثير من الحالات ، كنظام آلى ، وإذا تم تعلمها لمرة واحدة تحولت إلى نموذج تقليدى للتفكير الآلى : فالانعكاس اللاإرادى مثل تطريف العين حين تصوب إليها ضربة، وهذه استجابة لمنبه، اختير بواسطة معيار غريزى ومصمم ليحمى الفرد ، وتفسر مثل هذه الخاصية بنظرية النشوء . حيث تتضمن ردود الفعل المنعكس الغريزية التى لها جذور قد تستجيب لتغير الظروف - مثل الاستجابة للحرب أو للطيران ، بما يتضمن زيادة سرعة النبض ، وتعاظم سرعة الدورة الدموية خلال المجهود، الذى هو أيضا استجابة لا شعورية منظمة ، ولكن هناك شفرات أخرى يجب علينا تعلمها لربطها مع الظرف ، وقد سماها «بافلوف» «الإنعكاسات اللاإرادية

الشرطية» ، حيث توجد بصفة دورية تنتظر لربطها بالتجريب ، إذا رغبت. ويحتاج هذا المجال إلى إجراء بحث موثق ، وحتى عندما يكتمل تأسيس مفهوم «الانعكاسات اللاإرادية الشرطية »، فهناك دائما الإمكانية فى إعادة أو لتحوير الكتابة . ينظر إلى السلوك الجنسى فى الآدميين كثابت ، ولكن فى الحقيقة يمكن تعلم المناطق الحساسة والسلوك المثير للشهوة الجنسية ، على مدار سنوات ، حيث يمكن للمعوقين نتيجة مجموعة من الحواس أن يتعلموا جديدا من هذه الظواهر ، يمكن إعادة تخزين حاسة واحدة من خلال التوسط لتخزين الأخرى . وفى التجارب الأصلية التي أجراها «بافلوف» تم تعليم الكلاب ربط رنين الجرس بحضور الطعام ، ثم حين رن الجرس ولم يحضر الطعام، كان لعاب الكلاب يسيل ، وهذا بديع : فهذه التجربة تعلمناها في المدرسة ، ولكنها كانت هامة بالنسبة لي حينما كنت في هذه المدرسة ، حيث سألت نفسى سؤالا ، ماذا عن افتراض أن الجرس الذى سمعته الكلاب كان مختلفا؟ أو ماذا لو كان الصوت تسجيلا لصوت نفس الجرس ؟ ولكن بذبذبة مرتفعة - كأن تكون سرعة الشريط قد زادت قليلا ؟ أو افرض أن الصوت عبارة عن رنين كهربائي متقطع بدلا من رنة واحدة قصيرة . افرض أنه قد سمعت مجرد ضغطة نفس الجرس ؟ فإلى أى مدى يمكن للمرء أن يتخلص من «المنبه الشرطى» بينما يظل محتفظا بالاستجاب ؟ وعلى قدر ما أعى فلم تجر بحوث على هذه النقطة .

وعادة نطلق طوال الوقت مسميات تدل على فروق عامة ، ونادرا ما نتروي في الحكم. وطبقا لخبرتنا، فقد يقول أحد الناس «آه، أنا أكره لحم الفخذ من الخنزير» ، بالرغم من أنها قد تشبه لحم الخراف المعلب أو اللسان ، بلونها القرنفلى وقوامها، وعلى الرغم من ذلك أيضا فقد يحبون لحم الأجزاء الأخرى من الخنزير الذى هو فى الحقيقة لحم خنزير (ولكن بدون مادة النيتريت الحافظة) ، وهكذا ، بالرغم من اختلاف اللون ، يظل نفس اللحم ، وبعبارة أخرى، فليس من الصحيح القول بأن منبهًا ما ، يثير استجابة متخصصة. فإلى أى مدى ينبغى عليك الانتقال من ذلك الحافز لتجد أن التوصيل لا يزال يحفز الاستجابة الشرطية .

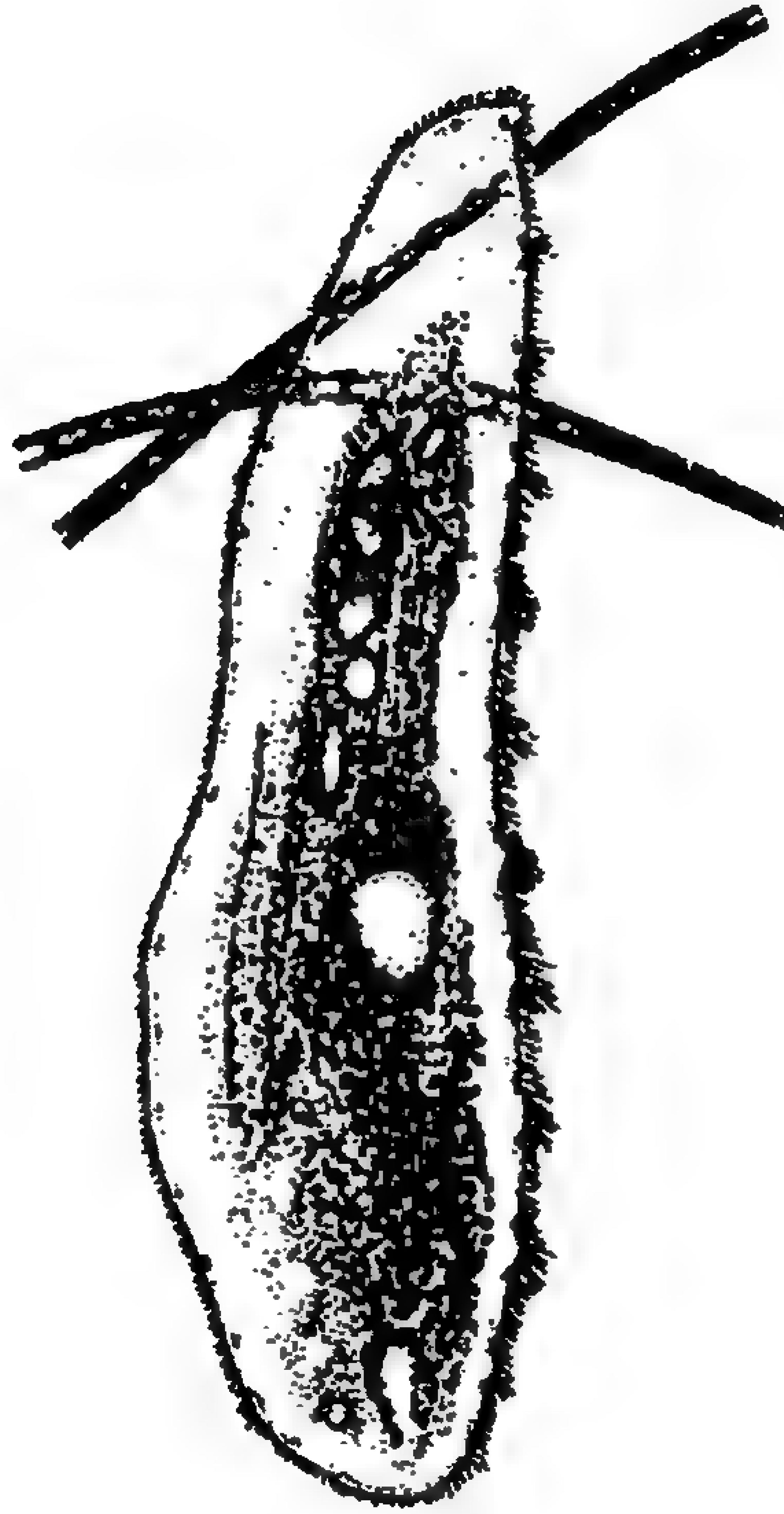
يتصف هذا المجال بأنه كبير وطافح بالجهل وغنى بالموضوعات التى تحتاج إلى بحث ، حيث يمكن أن تظهر أن رد الفعل المنعكس قد لا يكون «ردا» حقيقيا على الإطلاق ، ولكنه «انفعال» متعلم ، حيث يفترض أن الاستجابات المعلمة للحالات قد لا تكون قابلة للتعلم ، أو حتى لإعادة التعلم. كما أنه إذا كان ذلك ممكنا ، فقد يكون الأمر هو أنه يمكننا أن نفسر كيف يمكن أن يكون قد أعيدت برمجة الرفض الغريزى فى حالات الخوف ، بدلا من اكتساب الأفراد - ذوى الخوف من العناكب - الخوف منها حتى يبدأون فى حبها، فقد يكون من

الأفضل لهذا البدء تحوير الصورة بلطف ، حتى تصل إلى شيء يشبه نملة عملاقة التي – بالرغم من مشابهتها للعناكب في الشكل الظاهري – فهي لم تسبب الرفض البالغ من الخوف. وأظن أنه بتصور المدى الذي يمكن أن نذهب إليه من المنبه الذي يسبب الرفض لشيء مشابه ولكنه مختلف ، نستطيع أن نحصل على عينة لمجال جديد في علم النفس البشري .

يمثل حقل التعرف على الميكروبات مجالا مثيرا ، ونعلم الآن كمية شاسعة عن كيفية أداء الخلية الوحيدة ، فنحن نفهم الكيمياء الحيوية للخلية الوحيدة ، ولكن من أجل كل هذا ، فإن ما نعلمه أقل بكثير عن كيف تعمل خليتان ، فيكون فهم الآليات الخاصة بخلية وحيدة أسهل بالمقارنة، وكما في النموذج الخاص بصانع الساعات الأعمى ، فهي حالة من حالات فحص تروس جهاز ما ، ومحاولة رؤية كيفية تعشيقها معا . وأكثر ما نشبه به علم البيولوجيا الجزيئية، النظر إلى الترانزيستورات في مذياع وتخمين كيفية عملها ، فالمهم ليس في ترانزيستورات المذياع، بل البرامج ، وليس الساعة بل الوقت . ولا تشكل معرفة كيفية عمل الخلية المشكلة – فنحن نحتاج إلى معرفة كيفية عمل الخلايا معا ، فهي تحتوي على آليات داخلية تمكنها من التعرف على بعضها وتمييز سلالة خلايا من أخرى ، فهي ترسل إشارات لبعضها مستخدمة أكسيد النيتروز (غاز نعرفه أفضل باستخدامه في عمل القشدة المخفوقة ، والرذاذ الضبابي (الإيروسول) ، والغاز الضاحك المستخدم لتخفيف آلام الولادة . وتمكننا أحدث التقنيات المجهرية من رؤية الدفاعات ونفثات وموجات الكالسيوم التي تجري في الخلايا كأحد صور اللغة ، وقد سبق أن بدأنا في تعريف بعض الإشارات الكيماوية التي تستخدمها البكتريات في الاتصال ببعضها.

يمكن لخلية وحيدة أن تتوقف فجأة عن السباحة وتذهب للبحث عن رفيق تزاوج ، ومثال ذلك حيوان «البراميسيوم» الذي يمد أهدابه المتقنة الصنع لرعي البكتريات، حيث يتغذى عليها، فإذا صادف رفيقا مناسبا للتزاوج ، إذا كان ذلك في الموسم الصحيح ، فإن كلا من الخليتين تبدآن الالتفاف حول بعضهما وبينما تواصلان السباحة، تفتش كل منهما الأخرى بحثا عن إشارات معينة، وغالبا ما تنفصلان بعد ذلك وتواصلان الرعي ، ولكن إذا توافقتا تقتربان من بعضهما ، وتلتحمان وتمارسان الجنس لممارسة الجنس ، ولكنها لا تزال تحاول ممارسته . يشبه الكائن الرقيق المسطح المعروف باسم «لوكسو فيلليم» والذي يعيش في الماء العذب ، لهبا طافيا يبلغ طوله بين طرفيه أقل من عشر الملليمتر ، ومغطى بأهداف متحركة ، وهو شفاف ورقيق جدا في السمك ، ويشبه على الأكثر قطعة من غشاء بروتوبلازمي يظهر داخله فجوات الطعام وتركيب شديد التعقيد ، وهذا الكائن يعرف توجهاته ، وعلى حين فجأة يتوقف عن التغذية ويبحث عن

رفيق يقترب منـــه من الجانب الشـفوى للخلايا ، ويلتحم الاثنان معا كزوج ، ثم يندمـجان ويتبادلان النوى فى عناق ميكروبى ، فهل نستنتج أنهما يستمتعان بالاتحاد الجنسى ؟ يستحيل ألا تستمتع الميكروبات بالجنس ، لأنه إذا لم تكن كذلك ، فلم تتعانق؟ ضع فى اعتبارك أنها تتجول ، وتتغذى ، وتختار ما ترغب فى استهلاكه ، وبقدر ما تأكل تسرع فى النمو والتكاثر . ويعتبر توقفها عن التغذية والبحث عن رفيق تزاوج مقاطعة مؤقتا عملية النمو ، ولذلك فعلى مستوى الخلية ، لا بد لمثل هذه المتعضيات الهدبية أن تفضل قليلا من الرفقة لمجرد التغذية – وهو ما نجده منعكسا ، كما أظن على سلوكنا الإنسانى .



شكل (٤٥)

صفحة صغيرة من الحياة: خلية وحيدة ذات حياة جنسية نشطة

هذا الميكروب المائى المسمى «لوكسوفيلليم» هو عبارة عن متعض شفاف يتغذى على البكتريا ، وهو أحد الكائنات الحرة المعيشة ، التى تساعد فى تنقية المياه، ومن حين لا تلتقى خليتان ، فإذا اتفقا فى الحس بعد فحصهما لبعضهما فإنهما يندمجان فى فعل تكاثر جنسى، ينتج عنه زيجوت ينتج مستعمرة جديدة من الكائنات .

يعتبر التمييز بين «نفس النوع» و «النوع الآخر» والاستئصال الكلى للنوع الآخر أساسيا على المستوى الخلوى ، بحيث إن هذه الاستجابة تحدث صداها فى سلوك الكائنات التى تكون بدورها مكونة من مثل هذه الخلايا مما يترتب عليه إمكانية التفسير المضبوط لسبب شعور مجموعات الآدميين بالإجبار على مهاجمة بعضهم البعض . من الجدير بالذكر أن أكثر النضال الإنسانى كربا وترويعا يحدث بين مجموعات أشخاص شديدة التشابه ، فخلال أزمة إيرلندا الشمالية رأينا المسيحى يشن حربا لا رحمة فيها ضد المسيحى ، فقد يكونون كاثوليكيين أو بروتستانتيين، ولكن إذا كان لديك مراقب غير متحيز من عالم آخر ، فقد يعود لمنزله بعد فترة يقضيها فى شمال إيرلندا ويكتب فى تقريره أن كلا من جانبى الصراع يعتنقان نفس الديانة . وبدل المزيد من الاستفسار، قد يصر مراقبك على أنك يمكنك بصعوبة أن تجد اختلافا واحدا – فيما عدا أن إحدى المجموعتين تدين بولائها إلى الكنيسة فى روما ، بينما تدين المجموعة الأخرى لأحد ما فى كنيسة كانتربرى. ومهما يكن الأمر، فالمراقبات المتدينة كانت متشابهة والطقوس متقاربة جدا لدرجة أنه يبدو من المستحيل أن تغييرا طفيفا يمكن أن يحدث أى فرق علي الإطلاق . وبالرغم من ذلك، فقد قاد البحث فى الذوق داخل ذلك المجتمع محاولات متبادلة أثيمة للتدمير. ورأينا فى لبنان كيف شن «الشيعيون الحرب على «السنيين» رغم أن كليهما مسلم . تعايشت مجتمعات المسيحيين والمسلمين دائما فى سلام وتبادلوا المنافع، وفجأة، حينما أعطى الفلسطينيون المطرودين من وطنهم ملجأ فى لبنان ، اختفى التقبل والاحترام المتبادل بين أتباع كل من الديانتين ، وبدلا منهما نشب قتال بينهما . وكذلك تتعايش مجتمعات مشابهة فى المغرب مكتفية بنفسها مسالمة ، وقد تعايشت هذه الثقافات رغم اختلافها فى لبنان . وكذلك يوجد مثال يوضح الصراع الذى ينشب بين مذاهب الديانات فى جزر جيلبرت وإلليس فى المحيط الباسيفيكى ، فحتى ذلك التاريخ الذى استعمرها فيه الأوربيون ، كان سكان هذا الأرخبيل يتعايشون فى سلام نسبى ، فقام الأوربيون بإدخال الانشقاق الدينى بين الميثودية والكاثوليكية الرومانية ، ومنذ ذلك الوقت أحس سكان كل من جزيرتى الأرخبيل بالعداوة لبعضهما ، وبذلك انقسم سكان الأرخبيل إلى معسكرين متعاديين .

يعود علينا النفع الأكبر من تشكيل سلوكنا خلال تفاعل الخلايا الوحيدة ، إذ أنه يفسر من أين أتت جذور هذه الكراهية المرعبة ، فأغلب أحداث الحرب المدنية التى

ترتكب بدون قلب ، لا علاقة لها بتعظيم الإقليمية، فقد انفجر العنف فى لوس إنجليس بعد محاكمة «رودنى كنج» على سبيل المثال ، وهى حالة مثالية لدراسة ما أراه صراعا ثقافيا، فلا أحد أراد أن يغزو وطن أحد آخر ، وإنما أرادوا أن يعبروا عن كراهيتهم لثقافة المجموعة الأخرى - و «الكراهية» هى الاسم للظاهرة . فى القصف المكثف لسراييفو، فلا أحد أراد أن يحتل الأرض ، ولكن ببساطة أراد أن يضرب الناس المختلفين بقسوة، وحين حدثت المذابح فى كوسوفو ، كان ما رأيناه هو كراهية غريزية للثقافة الألبانية من جيرانهم ، وهناك مجتمعان يحملان اسم «مقدونيا» وقد تتخيل أنهما يرغبان فى الاتحاد - ولكن لا ، فإن أحدهما - يحمل ولاء لليونان ، والآخر يعلن الاستقلال، فهناك قطيعة بين الاثنين . ولدينا فى أوربا مجموعتان عرقيتان انكرت عليهما الأرض التى يمكن أن يسمونها وطنهم، وهم الباسك المقسمين بين إسبانيا وفرنسا، وكذلك الحال بالنسبة للأكراد المعاقبين من تركيا وإيران ، وكلهم يشعرون بأنهم مبعدون ومقهورون ، فالأمم التى يعيشون فيها تعبر لهم عن رفضها الغريزى لهم ولا يمكنها حتى تخيل إيجاد وطن منفصل لهم، وتبعا لذلك ، نجد أنفسنا نواجه بظاهرة «التطهير العرقى» ، وهو تعبير بغيض يبدو كما لو كان يختزل رغبة مجتمع إنسانى فى قطع دابر مجتمع آخر ، ويأتى «التطهير العرقى» قريبا من «الإبادة الجماعية ولا بد أن نحكم قبضتنا على الحقيقة القائلة بأن البشر لديهم القوة لفهم هذه الآليات، ومن المهم لنوع ذكى مثل نوعنا ، أن نفهم الفوارق المميزة بين الثقافات وأن نتقبلها ، لأننا إذا فهمنا جذور هذه المشاعر الخاصة بالصراع ، يمكننا فى النهاية أن نتقبل الطرق المؤدية لإبعادها إلى الأبد .

فهل يعنى هذا أن الوحدة الاقتصادية بين دول أوربا لا يمكنها أن تقوم ؟ بالطبع يمكن أن تتقارب شعوبها من بعضها أكثر، ولكننى أشك فيما إذا كان الإجبار على عملة موحدة يجعل للوحدة معنى أكثر فى الوقت الحاضر ، فيما يختص بالصكوك المصرفية (الشيكات) والموازنات التى يستخدمها الاقتصاد الوطنى فى كل من بلاد أوربا، لأنها مختلفة جدا. نفرض رسوما جمركية بالجنيهات على زجاجة مشروب كحولى، بينما يفرضها بالبنسات (الملاليم) بعض جيراننا ، مما يصعب توحيد الرسوم الجمركية بصورة منطقية ، وكذلك تتباين قوانين العرض والطلب تباينا كبيرا من أمة لأخرى ، بحيث تحتاج إلى التوفيق بينها أولا. يجب أن نسمح بتوفيق أوضاع نظمنا الرسمية (مثل السنة المالية وغيره) ببطء، وحينئذ يمكن أن يتبع توحيد العملة ثبات فى

علاقة الدول ببعضها ؛ وبطبيعة الحال ، سوف ينبثق توحيد العملة بناء على الخطوات السابقة .

والسؤال الذى يطرح نفسه هنا هو هل يمكننا أن نجد نموذجا حيويا يكشف لنا سبب التصميم على عملة موحدة ؟ أظن أننا نستطيع ذلك، فالعملة الأوربية الموحدة كانت أصلا ستسمى ، كما لو كانت تسمية مكونة من أوائل حروف كلمات فسميت أولا «إيكو» وقام الفرنسيون بالترويج لها، بأسلوب – يبدو لأى شخص متمكن من الطريقة التى تحب الكائنات أن تستخدم بها علامات خارجية أنهم يخفون أمرا ما . وكان من الواضح بالتأكيد ، أن هذا المطصلح «أكرونيم» كان لوحدة العملة الأوربية ، وكان يمكن أن يكون ترتيب أوائل الحروف فى تلك الكلمة مختلفا لو كان المصطلح باللغة الفرنسية ، فلو كان كذلك ، لكنا قد وجهنا بمصطلح مختلف فى ترتيب الحروف ، ولكن بالتأكيد ليس «إيكو»، فللفرنسيين سوابق فى فرض علامة مميزة لموضوع ذى أهمية دولية ، وذلك حين إتمام تصميم الكونكورد بالاشتراك مع البريطانيين، حيث أمر الفرنسيون أرادوا أن تقترن فكرة «الإيكو» بهم بصفتها نابعة منهم فتكون علامة ثقافية مميزة لهم فى العالم .

وعلى الرغم من أن شيئا لم يُقَل فى هذا الصدد ، فقد كان «الإيكو» يعتبر عملة فرنسية تقليدية . وكان الإيكو الحقيقى (هذه المرة كلمة واحدة وليست جمعا لحروف أوائل كلمات) عملة معدنية فضية قيمتها ستة جنيهات إنجليزية ، تم إنتاجها خلال ١٧٩٢-١٧٩٣ ويبلغ قطرها ٣٩ ملليمترا (٥ر١ بوصة) . وتعنى كلمة «إيكو» الدرع، لكنها سرعان ما طورتها اللغة الدارجة الفرنسية إلى كلمة «كاش» بدسها فى اللغة الأوربية ، وجعلتها تبدو جديدة وغير تابعة للفرنسية ، فكان الفرنسيون يسجلون انتصارهم بهذا على خصومهم القدامى . وقد اقترحت ذات مرة أننا يمكننا أن نستخدم اسما مختلفا ، يعتبره كل رجل إنجليزى وامرأة إنجليزية ، عزيزا عليه ، وظننت أنه من الممكن تسمية «الدليل الخماسى العالمى للتسمية» ويجب أن تكون هناك حروف أوائل كلمات ، فى مكان ما ، حيث يعتبر موضوع العملة الموحدة عميقا ومثيرا للعاطفة ، وغالبا ما يؤخذ هذا الموضوع كعلامة على الكبرياء الشخصى والسيادة . ولكن بأى معنى عملى كلما قل عدد العملات الأوربية كلما كان ذلك أفضل ، ويحسن بنا أن نتقبل النصيحة بأن نستهدف عولمة النقد ونعمل بها ، حيث يمكن لذلك أن يوفر الوقت والمشاحنة والانشقاق والبيروقراطية

ويقلل الأخطـاء ، ويقطـع الحواجـز ، و (أفـضل من كل مـا سبـق) ، يزيل الحـرص على الكسب بالجـملة - بلا عـقل - والذى يتـسم بـه المضـاربون الذين يسـودون الأسـواق العالمية .

من الناحية العملية توجد آثار سلبية لهذه الفكرة ، ففى أوربا ، بخلاف أمريكا تتباين التقاليد التجارية بدرجة كبيرة من ولاية لأخرى ، وهناك أمم مثل بريطانيا ، يكون فيها من العادى أن تقتنى منزلا ، وبعض الأمم (مثل ألمانيا) تدفع معاشا مرتفعا للمتقاعدين ، فى حين حكومات أخرى (مثل بريطانيا) تقدم لهم معاشا أقل بكثير . وسوف يكون لعملة موحدة، محكومة بفائدة متفق عليها دوليا، تأثيرات مختلفة جدا على الأمم المختلفة فى ثقافاتها الرسمية والاستثمارية .

تعكس قوة العملة أيضا حالة القوة السياسية . فالاسم الذى تحمله العملة يمثل رمزا للحاكم، بينما التافهون وأصحاب محال الصرافة يعملون فى التحويلات من عملة لأخرى ، بما يمثل شريحة كبيرة من شرائح السوق .

إزاء إعادة تسمية وحدة النقد الجديدة (وشكرا لمن قاموا بهذا) ، وسوف تتخذ قاعدتها فى ألمانيا ، وينبغي أن ينظر إليها بوصفها معلما من معالم ثقافة الأمة ، وكان الهدف من اختيار ألمانيا استخدام القوة العسكرية كوسيلة لإخضاع أوربا وإدخال السيطرة الاقتصادية عليها ، وفى هذه الأزمنة الأكثر استنارة تم حل الصراع من خلال هذه الطريقة ، ولحسن الحظ، بدون المزيد من الصراع العسكرى . وطفت القومية الفرنسية ، وتعظيم الذات لفرنسا على السطح مرة أخرى حين أصدر «اليورو» عام ١٩٩٨ ، وبناء على معاهدة «ماستريخت» أمام البنك الأوربى ، فلا بد من تحديد فترة ثمانى سنوات . وقد اتفقت الأمم الأوربية - ما عدا فرنسا- على اختيار «ويم دويزبرج» الرئيس السابق للبنك الوطنى الهولندى، وأما الفرنسيين الذين شعروا بهجوم خفى منذ عجزت لغتهم عن اللحاق باللغة الدولية ، سواء الأكاديمية أو التى تستلزمها إدارة الأعمال ، وكانوا قد تقدموا بترشيح مواطنهم «جين كلود تيشيت» ، رئيس البنك الوطنى الفرنسى ، وبدا الفرنسيون كما لو كانوا قد جمدوا أمام طريق مسدود لأن تعيين «تيشيت» لم يكن ليحظى بموافقة الأعضاء الآخرين فى الاتحاد الأوربى . خلال هذا ، كان الحل هو أن يختار «دويزبرج» أن يتنحى عن منصبه بعد أول أربع سنوات ، وأن يشغل ذلك المنصب «تيشيت» للأربع سنوات التالية ، وبالرغم

أن هذا يبدو هزيمة لمعاهدة «ماستريخت» ، فقد تم التنويه بأن هذا الترتيب كان تطوعيا ، ولذلك بقيت الاحتياجات القانونية للمعاهدة (نظرية) وغير منتهكة، ومثلما حدث من الفرنسيين من مشاكل فى هجاء الكلمة «كونكورد» وفى قصة العملة «إيكو» ومثل هذا الحل الاضطرارى الذى اتخذته أمة لتتحايل به على مواجهة قانون المعاهدة والتصويت الإجماعى بالموافقة عليه يشكلان مغزى واضحا . وبالرغم من ذلك ، فإن ما يميز الفرنسيين من الخارج هو مرة أخرى تنفيذ لموضوع ظاهرى تقوم به دولة محايدة . ويشعر الفرنسيون بأنهم وضعوا بصمتهم، مثلما تؤثر أدوات الوسم الخارجى على الخلايا الحية، أو القطط التى ترش بعطر مميز ، ليعلم منطقة جديدة ، وهذا هو تفسير سلوكهم .

يمكن للجينات فى داخل الخلايا أن تكون شفرة للسمات التى تسمح لها بالتعرف على أحدها الآخر ، وتميز «نفس النوع» من «النوع الآخر» ، ولكن حين تخطئ جينات التعرف ، تحدث أمراض فقد المناعة، حيث إن الأمراض القاتلة يمكن أن تلى فشل خلايا الجسم فى التعرف على بعضها، فيتم التعرف عليها كما لو كانت الخلايا من «نفس النوع» خلايا «نوع آخر»، وبذلك يصبح فهم أكثر الأمراض الإنسانية المرعبة أسهل حينما ينظر إليها كانعكاس للطريقة التى تسلك بها تلك الخلايا الوحيدة ، وفى الحقيقة، لسنا أكثر من مستعمرات من أشياء حية وحيدة ومستقلة . ويشبه الصراع الأبدى فى داخل المجتمع الإنسانى مايحدث بين الخلايا فى أجسامنا شبها عجيبا، حيث يعتمد الحفاظ علي صحتنا على جهازنا المناعى ، فصعودا من أبسط صور الحياة ، نجد أن للخلايا الوحيدة قدرة فطرية على التعرف على الخلايا من «نفس النوع» ورفض «النوع الآخر» ، فإذا كنت تعانى من بقعة فى يدك، فإن الخلايا البيضاء ستحيط بها وفى الوقت نفسه ستذهب بعيدا . ولكن إذا كانت مشكلتك ليست فى لطخة ، ولكن فى نقل كلية إليك ، فسوف تتنبه استجابة كل جهاز المناعة لتعمل ضد هذه الكلية الأجنبية وتدمرها . ويشكل التعرف على «نفس النوع» وعلى «النوع الآخر» أحد أهم صفات الخلايا الحية ، وأعتقد أن ذلك يتجلى فى الطريقة التى نتفاعل بها مع بعضنا ، فالجينات تكون الواسمات لمعالم هوية خلايانا ، بالضبط، كما تحب الكلاب أن تقتفى أثر بعضها بواسطة الرائحة ، وتكون بنفسها علامات مميزة خاصة بها كوسيلة لتحديد الهوية ، ويماثل هذا بالضبط نفس الغرض من إصدار عملة موحدة أو كلمة موحدة

دولية فى منطقة أخرى ، وسوف تكشف دراسة الطريقة التى تتعامل بها الخلايا عن مصدر القوة وراء علم الحياة (البيولوجيا) الاجتماعى . ففى نفس الوقت الذى نعتقد فيه أن العلم اكتشف كل شىء تقريبا يستحق الاكتشاف ، أعتقد أننا نقف بالضبط على أبواب فجر علم جديد، يتضمن إحياء للعلم الحقيقى، فقد انحدر مستوى العلم الكامن فى كمية البيانات الهائلة المحيطة بنا ، عن ذلك الذى كان فى عوالم الفلسفة الطبيعية، ولكنه سيستعيد مكانته فى الحقب القادمة ويصبح أكثر تنويرا وإحياء من أي شىء شهدناه منذ ذروة عصر النهضة. وقد يكون من المفيد أن يذكرنا ذلك بطبيعة الحضارة البشرية وجذور التواضع الذى لا بد وأن ننظر به إلى زملائنا ، وكذلك نفقد احترام الذات الذى قد نجده فى قلوبنا .

لا يوجد شىء حتمى بالنسبة للصراع فى المجتمع الإنسانى ، إذا كنا نسلك سلوكا إنسانيا كافيا لاستيعاب اختلافاتنا الثقافية. ولنأخذ منطقة مثل المغرب التى تقع جنوب البحر المتوسط على سبيل المثال ، حيث تجد أرثونوكسيين ويهودا متحررين ومسيحيين من كل المذاهب ، من المارونى إلى الكاثولكى ، وعربا ، سواء قبائل الطوارق أو البدو ، يتعايشون معا كجيران مسالمين. وتحتفل الولايات المتحدة بالتباين الثقافى بين مواطنيها ، وتتكون أمم مثل موريشيوس من ثقافات مختلفة متقبلة على علاتها، وتنسجم مع الحياة اليومية، وأعتقد أن طريقنا الوحيد للتقدم فى المستقبل تكمن فى استبعاد الاعتقاد الأحمق بأن كل الناس متماثلين ، فهذا الاعتقاد خطر وغير علمى، حيث يختلف السود اختلافا كبير عن البيض ، كما تختلف النساء عن الرجال اختلافا بيّنا ، وكذلك نجد أهالى مقاطعة ويلز مختلفين اختلافا كبيرا من الناحية الثقافية عن الإنجليز ، بينما الألمان يطابقون التيوتونيين بالضبط ، كما يتصف الفرنسيون بالزهو وبعض الأنانية . أما الأسبانيون فهم جنس متعب لا يرضى ، ومنفر بسبب الدقة المبالغ فيها، وبينما الإيطاليون عاطفيون وانبساطيون ، فيتميز الأمريكيون بأنهم ودودون وضيقو الأفق . أما نحن الإنجليز ، فتجدنا أكثر الأجناس التى قابلتها فى رحلاتى رياء ، ولا أكتب هذا لمجرد تسجيل المشاكل التي حدثت لى مع الآخرين ، وإنما لمجرد أننى سعيد للاحتفاء بالنواحى المتعاكسة فى ثقافتنا الخاصة، فالبلاد التى تختلف فيها الثقافات اختلافا ملحوظا ، قد احترمت مصالحها وقيمها ، ولكن حيثما يعلم الناس أنهم متميزون ، تبدأ المشاكل فى الابتعاد . وتنشأ المشاكل فى الأمم ، حيث توجد جماعات مختلفة الثقافات ، ولكن لا أحد يتقبل هذا الاختلاف، فهؤلاء الناس يرغمون

كلهم على الانغماس فى تراب هذا الخلاف الثقافى ، وهذا يفسر أسباب الصعوبات التى يواجهها لبنان وشمال إيرلندا ، فقد كان هذا حيث لم يتم تشجيع الناس على الترحيب بالاختلاف فى ثقافاتهم .

سبق أن لاحظنا اكتساب المعالم الثقافية فى الحقب الأخيرة ، فحين انقسمت ألمانيا إلى شطرين ، كان يوجد إحساس دولى بالاعتداء على أهل تلك الأمة ، وأدى حصار برلين الغربية (التى أصبحت محاصرة بأرض أجنبية، هى جمهورية ألمانيا الديمقراطية) إلى رحلات لا تتوقف لنقل الإمدادات الحيوية بين الشطرين ، كانت مثيرة للشفقة، حيث انقسمت العائلات بواسطة حائط ، وقد انقسم الجيران قسمين نتيجة لهذا الحائط المصنوع من الخرسانة والسلك الشائك . وكان الإحساس الأكبر الغالب على نفسى خلال زياراتى لألمانيا الشرقية هو بفقد الاتصال بالأحياء فى الغرب ، فلما انهار الحائط. وبينما كنا نقف تحت بوابة «براندنبرج» نحتفل بتحقق الوحدة بين شطرى برلين ، فى عام ١٩٨٩ رفرفت الأعلام، وقصفت الألعاب النارية فى السماءعند منتصف الليل كانت الطوابر المسلحة تنوب فى الظلال على حين بقى الحشد المكون من مليونى شخص سعداء وضاحكين ، ومنذ ذلك الوقت اتضحت تأثيرات فترة التفرقة ، حيث كانت الأجور متباينة بين العاملين فى الشطرين ، فرضت فى العاصمة «بون» ضد الذين عاشوا فى الشرق، وأصبح الألمان الشرقيون الذى يسمى الواحد منهم «أوسى» (اختصار للكلمة الإنجليزية) «شرقى» وينظر إليه بازدراء – من وجهة النظر المادية الغربية – من جانب البرلينيين الذين ينظرون إلى الشرقيين كمخلوقات أدنى منهم . وهكذا أدى الحدث البسيط من شق المجتمع إلى نصفين لعدة أجيال إلى تمييز ثقافى خلق أعداء جددا كانوا من قبل أصدقاء. إنها اختلافاتنا التى تصنع منا ما نحن عليه ، ولكن لا نزال نعتقد أن الأمر ينحصر فى وجود «تطابق» مثالى يدعم أساس المجتمع الإنسانى حيث تلخص بعض الأغانى الشعبية هذه الفكرة ، حيث تغنى فرقة «ثعلت المنك الأزرق» فى التسجيل المعروف باسم «الإناء المنصهر» الذى يتجه حتما إلى «الملونين بلون القهوة» وأغنية «كان لدينا الأبنوسى والعاجى» لبول مكارتنى ، و «عجائب ستيفى» (المغَنُّون يبعدون عن بعضهم ١٣٠٠٠ كيلو متر ، بما يعادل ٨٠٠٠ ميل) لأنهم لم يتقابلوا حين وضعت هذه التسجيلات) ، مما يؤكد أننا كلنا متساوون تحت أغطية

بشراتنا ، ورغم اختلاف ألواننا، وفى نهاية الأمر ، فلسنا جميعا ملونين بلون القهوة، ويشكل التمييز العنصـــرى كارثة رهيبة ، مما يدعونا إلى أن تعلم الناس حقائقه ، وينبغى ألا نجعل من أخطاء العصور القديمة فى الاعتقاد بأن جنسا أرقى من أى جنس آخر ، فأجناس بنى الإنسان ليست متطابقة، على الرغم من تساويها ، ولا يجب أبدا أن يعنى الاحتفاء بالاختلافات الثقافية زرع الشعور بالفوقية ، الذى تكمن فيه بذرة النازية ، وبهذا الفهم من ناحيتنا، فلا يستطيع أحد التراجع إلى اعتقاد أن الثقافة الخاصة به أفضل نوعا ما . ولا يمكن للمعلقين أن يجدوا ملجأ فى اعتقاد أن الكراهية العنصرية تعبر عن تقدير متدن للذات من جانب المعتدى ، فيشكل رفض «الغير» جزءا فطريا فى الحياة ، ولكن كآدميين نملك القدرة على التمسك بالإنسانية ، والثقة والفهم ، وهو ما تفعله خلايانا الوحيدة التى قد نفهم بها أنفسنا ، فيمكن أن تجلو مزرعة كائنات دقيقة نواح جديدة فى الإنسان .

(١٠)

آمال فى المستقبل

نحن على أعتاب مستقبل بهيج ، وكل ما علينا أن نعلمه الآن هو ربط المفهوم الخاص بالخلية الوحيدة بفهمنا للسلوك الإنسانى ، فقد تجمعت الخلايا معا لتمكن هذه الخلايا من ملء أمكنة بيئية ملائمة جديدة، وبتنمية جدر سلليولوزية وستصبح نباتا يقف طويلا ، أو حول أجزاء من نفسك إلى زعانف وسيمكنك السباحة ، أو قم بتنمية بعض منها لتصبح رئتين، وقد تمشى على الأرض الجافة ، ففى داخل أجسامنا يكمن البحر الداخلى المالح الذى كان يوجد فى الحياة السابقة، وكان الغرض من أعضاء الإحساس هو المحافظة على ذلك النظام ، ويتم ذلك جزئيا بالعثور علي شركاء للتزاوج والتعرف على هويتهم ، ولكن حواسنا تجد التعبير اليومى من خلال تعيين مواضع التزود بالطعام والماء ، فهذا هو الغرض من الجسم الإنسانى الذى يوجد أساسا لينتج خلايا جرثومية تورث شيئا ما من طبيعتنا إلى الجيل التالى. وليس هذا فقط الغرض الوحيد من الحياة، إذ أن الحرمان من الإنجاب ، وارتكاب الشذوذ الجنسى والفواجع ، تلعب أدوارا ذات قيمة اجتماعية متساوية. وفى بعض الحالات، يجد النبض الإبداعى الذى يعبر عنه معظم الناس من خلال إنتاج أجيال جديدة من الأطفال ، متنفسا من خلال مظاهر أخرى .

وعلى الرغم من أننا يمكننا أن نرى كأجسام مثمرة مستمرة ، فالجنس الإنساني الحقيقى خالد ، لأنه لا يموت أبدا ، وهذا صحيح بالنسبة للبويضة وللحيوان المنوى . ودعنا ننظر بإمعان فى الحيوان المنوى ، فإذا كانت البويضة لا تفعل شيئا عدا الرقاد هنالك ، فى حين يقوم الحيوان المنوى فعلا بأشياء ويكتشف مناطق جديدة من الرحم ، فلأن البويضة خلية مستقرة بالغة التعقيد ، وإذا كنت ستقوم بعزل حيوان منوى حى على شريحة مجهرية وسألت أحد المتخصصين فى الأحياء الدقيقة – وبالمناسبة، لم يكن رأى حيوانا منويا من قبل – عن هوية هذا الكائن ، فقد يجيب بأن ما يراه هو

ميكروب سوطي ، وقد يكون أحد أنواع المتعضيات وحيدة الخلية ، وقد تستمر في السؤال عن النوع الذي ينتمي إليه هذا الكائن الدقيق ، فتكون إجابة ذلك المتخصص أن هناك آلافا من تلك الأنواع في مياه البركة، يمكن أن يكون غالبا أحد المجموعات التي لا يمكن حصر عددها ، فلا يعدو أن يكون هذا الكائن الدقيق ميكروبا ذا سوط، يسبح فيما حوله ، ولكن هذا الكائن هو الخلية التي تحمل خلاصة الجنس الإنساني ، وكذلك الحال مع البويضة، وقد يستنتج المتخصص الساذج حين يرى خلية بهذه البويضة أن ما يراه هو طور سكون لأحد الكائنات، لأنها لم تتحرك فعلا ، فليس لها أهداب ، وهي لا تزحف ، بل ترقد غنية في الغذاء المدخر ، ولكنها يمكن كذلك أن تكون ميكروبا وحيد الخلية مثل الفرطيس (متعض وحيد الخلية) وتحتوي خلية مثل هذا الكائن على منظومة تتكامل فيها الوظائف. بمفهوم تقسيم العمل - ما بين الحركة والاتصال ، ونقل السوائل ، وهضم وتمثيل الغذاء ، والإحساس وتخزين الغذاء ، كما تشمل أنظمة معقدة للتحكم والتنظيم عن طريق التلقيم المرتد بالمعلومات، للحفاظ على اتزان هذا النظام بأكمله .

فليس في مظهر خليتي الحيوان المنوي والبويضة ما يوحي بأنهما سيتحدان وأن هذه الخلية البريئة الكروية قد تصاب بجرثومة سابحة تأتي وتتسبب في دخول البويضة سيئة الحظ في مرحلة تعرف باسم «التطور الجنيني» ولا يمكن أن يتكهن أحد بأن هذه الكائنات وحيدة الخلية قد تتحد لتنتج أناسا ، والسبب الوحيد لذلك هو لأننا أجسام مثمرة يعتمد عليها بقاء هذه الكائنات البسيطة وحيدة الخلية ، التي تعوم في بيئتها الملحية من المني، كما تعودت أن تعوم في الماء دائما من قبل . وفي الحقيقة، فإن المني ملحي قليلا مثل الدموع ، لأن صور الحياة هذه نشأت في البحر ، حيث تعودت دائما على الحياة ، وطورت صورة من جسم مثمر أكبر يمكنه التوالد واحتواء جزء من البحر الذي يمكنه البقاء فيه، فيمثل الحيوان المنوي ميكروب الجنس الإنساني الذي يعوم في البحر كما كان الحال من آلاف ملايين السنين وأكثر ، فتشكل هذه الأجسام المثمرة الهاجعة القشرة الخارجية للحبة التي ينتجها الحيوان المنوي الخالد ، وهي حقيقة طبيعة نوعنا .

كنت قد أشرت إلى الصعوبة التي يواجهها الفلاسفة في الربط بين البويضة المخصبة والإنسان البالغ ، فمن ناحية لا تزال هذه البويضة المخصبة بسيطة وغير معقدة ، لأنها خلية وحيدة ، لكنها تحتوي على كل المعلومات الجينية المطلوبة لبناء

طائرات الكونكورد والطيـران بهـا ، ولكن كـيف يمكن أن نربط بين الخلية الوحـيـدة والشخص البالغ المكون من خلايا عديدة ؟ استبدت فلسفة هذا السؤال بالعلم لفترة طويلة جدا ، وتوجد إجابة علي هذا السؤال. تصور خلية كائن من الكائنات الأولية، التى قد تبدو كنظام مخطط من الوظائف المنفصلة ، ولكن هذا النموذج لا يطابق تماما ما يحدث فى البويضة المنفصلة ، لأنها فى طور سكون تنتظر بدء الأحداث .

ولكن إذا تخيلت خلية كروية تماما ، فنجد النُوَيّات فى مركزها، (ناقشنا ذلك فى حالة اللوكسوفايلم) وتحتوى النواة الصغيرة على مركب (دنا) الرئيسى ، يحيط بها النواة الكبرى التى تنظم ما تترجمه النوية إلى أحداث خاصة بالميول التى تستنهض ظاهرة الخلية الناضجة المعقدة ، وتنتشر حول هذا المركز مناطق تمد الخلية بالوظائف الآتية :

- الاتصال ، لأن المتعضيات تحتاج إليه .
- نقل السوائل ، لأن الخلايا (بمجرد الحصول عليه، تحتاج لهضمه ثم نقله مهضوما إلى مختلف أجزاء الجسم .
- تمييز الإحساس ، لأن المتعضيات تحتاج إلى الإحساس بما يحيط ، فسوف تكتشفه ، فإذا كان المنبه بغيضا فإنها تثار وتعوم بعيدا عنه لأنها ميزت أنه بغيض .
- تخزين الغذاء، الذى تكون البويضة غنية به ، بينما لا يحتوى الحيوان غالبا على أى منه ، وتحتوى الأوليات علي مركز لتخزين الغذاء ، لأنك لا تعلم أبدا متى تحتاجه .
- تعادل أجسام تخزين احتياطى الغذاء فى المتعضيات، مخزن الجعة للذكور متوسطى العمر .
- مراكز الهضم، وتمثل الغذاء ، وهى غنية عن الشرح .
- جهاز الحركة ، الذى لم يتطور فى البويضة التى غالبا ما تحتاج إلى طور سكون ، ولكن الكثير من الخلايا الحيوانية التى صنعنا منها تستطيع الحركة ، وإذا نظرت إلى فيلم تليفزيونى مأخوذ مع مرور الوقت للخلايا الإنسانية النامية فى أنبوبة ، فستراها تموج بنشاط عظيم . وبالرغم من أنه يندر أن يخبرك المعلقون أنه فيلم صور مع مرور الوقت ، لذلك فمن السهل إعطاء الانطباع بأن ذلك يشبه حقيقة ما تفعله

الخلايا فى الوقت الحقيقى . وينبغى التأكيد على أن تحركات الخلية بطيئة فى العادة ، وتبدو محمومة فقط عندما يتم إسراع حركتها بدرجة كبيرة .

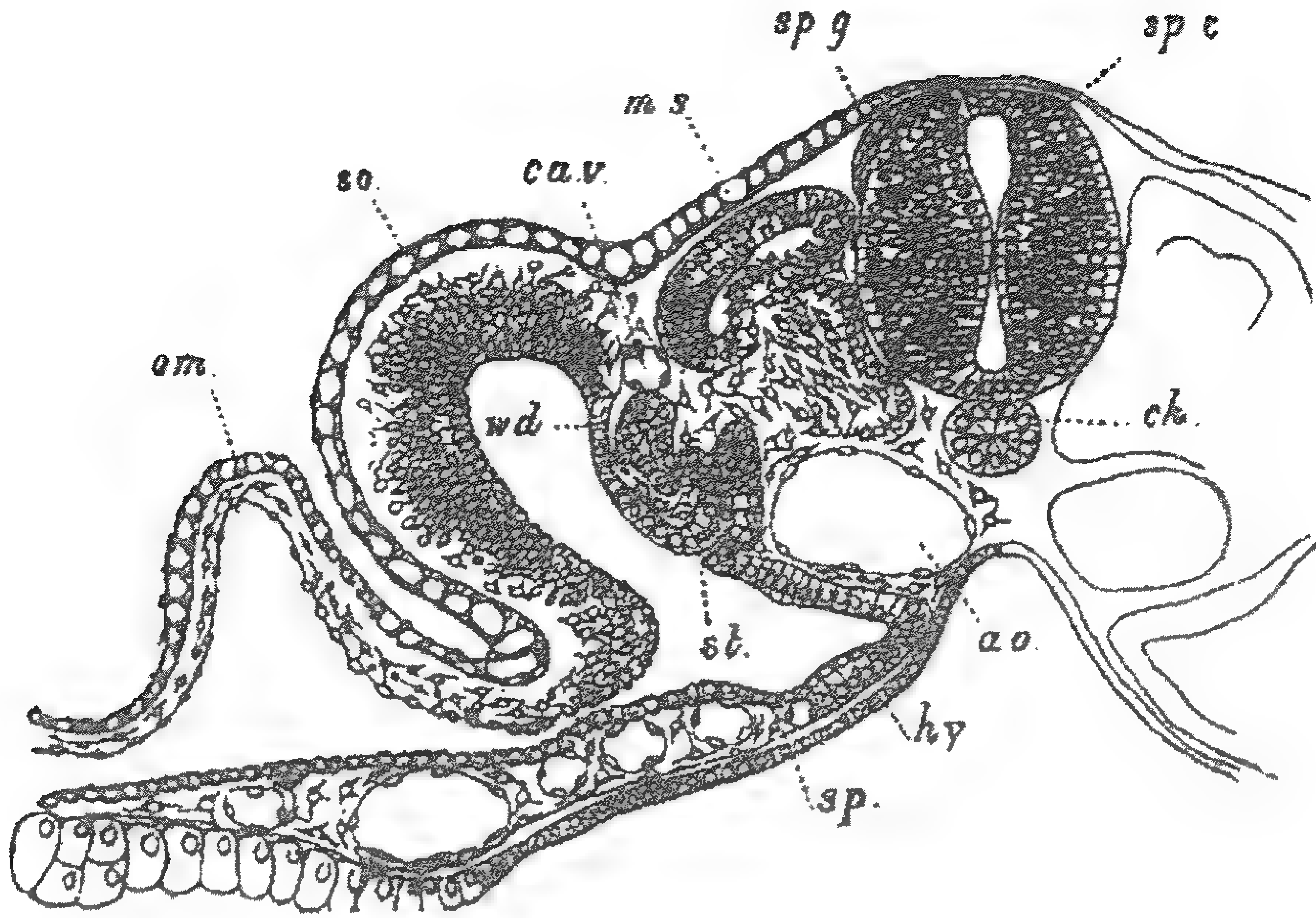
إذن ، كيف نربط هذه الخواص لخلية وحيدة بخلايا عديدة لإنسان بالغ ؟ طبقا لهذا النموذج ، يتم تفويض الوظائف المتخصصة التى تقوم بها الخلية الوحيدة فى الكائنات عديدة الخلايا إلى خلايا تصبح كل مجموعة منها مخصصة لأداء مهمة معينة. ودعنا نفكر فى أجهزة الحركة ، فنزعةالحركة فى الخلية الوحيدة تترجم إلى وظائف متخصصة تنفذها خلايا العضلات المخططة ، وهذا هو ما تقوم به خلية العضلة فوق كل وظيفة أخرى ، وتحتفظ فقط بقدرة محدودة على تنفيذ الوظائف الأخرى ، وقد طورت الخلايا العصبية «البروتين العصبى» الخاص بها ، حتى تصبح أغلب الخلايا مكرسة لتنفيذ إرسال وتحليل وتصنيف المعلومات على مدى واسع بحيث تدخل كل هذه العمليات فى كل خلية . وبالمثل، فيمثل انتقال السوائل داخل الخلية الوحيدة الوظيفة المتخصصة فى الجهاز الدورى ، وبهذه الطريقة يمكننا أن نفسر العلاقة بين البويضة والشخص البالغ التى حيرت علماء الحياة لقرون عدة . فقد صدر وصف للبويضة، نشرها زولا المعلم الخاص لليوفنهويك فى عام ١٦٧٢ ، المسمى «راينر دى جراف». ويجب علينا استبعاد الفكرة القائلة أن الخلية تكون بطريقة ما حسبما يصبح شخصا، وبدلا من هذه الفكرة فإن هذا الشخص ينتج من الإظهار السلوكى للخلايا المنفصلة التى نتكون كلنا منها ، ويثبت المجهر هذا المنظر : تتطور الخلايا من حيث تتطور الخلايا المتخصصة (خلايا الساق أو الجذع) ، فهي تشابه تلك الجنينية غير المتخصصة. وكان من التقليدى أن ينظر إلى هذه الخلايا على أنها غير متخصصة، ولكن من المعقول أكثر أن نستنتج أنها فعلا زائدة، فليست المسألة فى أنها لا تستطيع عمل الكثير ، ولكن فى أنها تستطيع أن تفعل القليل من كل شيء .

من المهم أن نعلم أن الخلايا فى الجسم البالغ، تصنع قراراتها وتتصرف بدون تحكم من كل الجسم ، فإذا كانت لديك سن مخلوعة ، فقد تجد جزءا صغيرا من التجويف العظمى متروكا ليبرز فوق اللثة ، وأحيانا ينكسر جزء من الجذر ويفقد داخل التجويف الفارغ ، وقد تتوقع طبقا لطريقة التعليم التقليدية عن الطريقة التى يستجيب بها كل الجسم أن تظل العظمة البارزة كمشكلة : يمكن أن تعمل قطعة الجذر المفقودة داخل التجويف كبؤرة للإصابة بالميكروبات لسنوات قادمة ، ويتفق هذا مع الفهم

الطبى الجارى ، ولكن إذا نظرنا لتلك الأحداث من وجهة نظر تجاور الخلايا الوحيدة ، فإن مصير كل حالة تصبح مختلفة تماما ، حيث تتجمع الخلايا حول موضع العظمة الناتئة وتنزع منها الكالسيوم بالتدريج، حيث يتجمع فى قاع النتوء، نسيج تكسر خلاياه العظم وتمتصه خلال أسبوع فلا يبقى له أثر . تتكاثر خلايا اللثة فى نظام تساهمى لتغلف موقع النسيج الجديد ، وفى خلال شهر لا يمكنك أبدا أن تعرف أن تلفا حدث. ويكون مصير الجزء المكسور من الجذر مشابها ، فخلال أسابيع قليلة من الخلع يبرز الجزء المخلوع على سطح التجويف الذى تم شفاؤه وتنغلق اللثة بدون الحاجة إلى خياطة تالية . جرب أن تقطع فرعا من شجرة الخطمية، وسيحدث شىء مشابه، حيث تنشط الخلايا المحيطة بالكامبيوم إلى أقصى درجة ، وتتلاصق لسدة الثغرة ، وسوف يتم التئام القطع والسيطرة على التلف. لا يصلح هنا علي الإطلاق الادعاء بأن هذه النظم قد نشأت بشكل ما ، حيث تتماثل آليات الالتئام فى كل من خلع الأسنان ونشر فروع الأشجار ، فالذى يحدث هو أن الخلايا فى هذه المناطق تنشط ذاتيا وتتصرف بنظام تساهمي يحفظ للجسم سلامته، ولا تخضع أى من مكونات هذا النظام لأى سيطرة عصبية أو هرمونية ، حيث تسير آلياتها فى مسارات العالم الخاص بالخلايا ، بدون رجوع إلى الكائن ككل .

ظهر الآن أن الاتصال بين الخلايا المنفردة هام لصحة العين ، وفى بعض حالات قدرة القرنية تتوقف الخلايا عن الاتصال ببعضها ، مما يؤدى إلى تمزيق البيئة المحلية التى تعيش فيها الخلية ، ويحدث خللٌ بسبب تكوين السحابة على العين ومشاكل لاحقة تهدد الإبصار .

تعرف الخلايا أيضا متى تموت ، حيث تشكل برمجة انتحار الخلية جزءًا هاما من الحياة . وقد رأينا الأعفان المخاطية مثل عفن «ديكتيستيليام» تتحرك معا لتكون كائنا مفردا وتنتج حينئذ ساقا هوائيا، وحاملاً جرثومياً، بسحاب كبيرمن الجراثيم التى يمكن أن تتحرر فى مهب الرياح، فتتعلم الخلايا الدور المتوقع أن تلعبه ، فيضحى بالخلايا التى تكون الفرع الهوائى ليمكنها التكاثر . وتجرى فى أجسامنا عمليات مشابهة ، فنحن مولودون بغدة فى الصدر، هى الغدة السعترية «التيموسية» ، التى تختفى ببطء خلال فترة البلوغ .



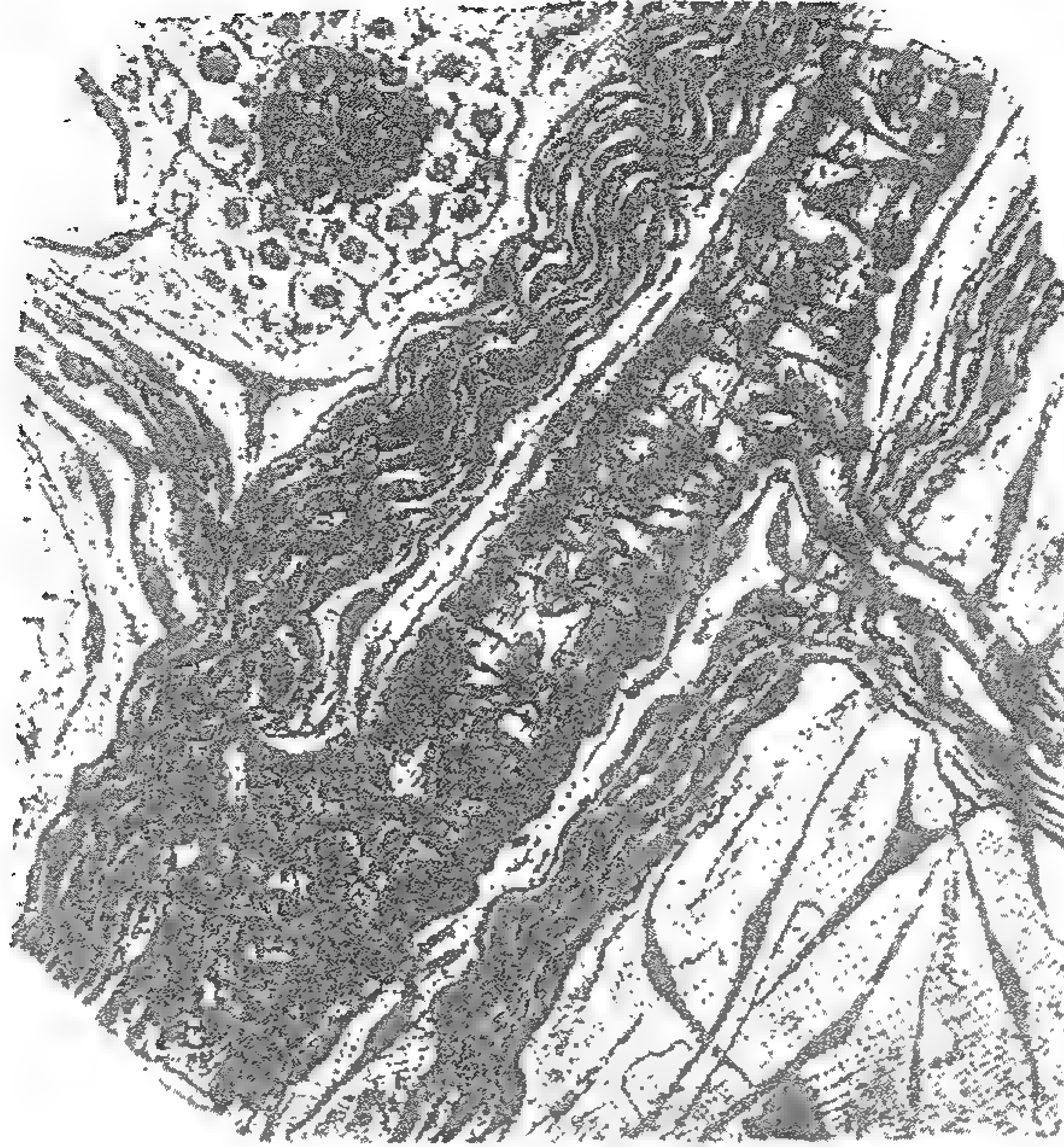
شكل (٤٦)

خلايا في مراحل جنينية مبكرة آخذة فى البلوغ

يمثل هذا اللحن الراقص الجميل ، جنينا آخذا فى التطور تمت دراسته منذ قرن، ونرى هنا خلايا جنين بط يتطور ، وقد نشر هذا المنظر القطاعى فى المجلة ربع السنوية لعلوم المجهر عام ١٨٧٥ . يمكنك بوضوح أن ترى الحبل الشوكى التام التطور (s.p.c.) وبداية العمود الفقرى (ch) والأورطى (ao) ووعاء الدم الرئيس وحزم العضلات المبكرة (m.s) .

حيث تقع تحت عظمة الصدر، وتشبه ورقة نبات «السعتر» الذى اشتق منه اسم الغدة ، تمثل هذه الغدة المركز المكثف لإنتاج وتدريب الخلايا الليمفاوية على تمييز الصديق من العدو، وتلك الخلايا مشتقة من الخلايا السعترية المعروفة باسم «خلايا س» (س من السعتر) ، وهى المتميزة فى محاربة الأمراض . ومن الطريف أن العديد منها يظل فى الخلية بدلا من الدوران مع مجرى الدم ، فهى تعيش وتموت داخل قشرة الغدة ، ونحن نعلم أهميتها البالغة ، لأنه إذا لم تكن تلك الغدة موجودة خلال الطفولة ، فسيتعرض الطفل لمرض بطىء التدمير. ومع ذلك، فالغدة أصغر كثيرا فى البالغين ، ويحل الدهن محل الفراغات حيث كانت الخلايا الليمفاوية موجودة من قبل ، وهذا الفقد البطىء فى الغدة مبرمج أيضا لموت الغدة . يعتقد عديد من العلماء أن هذه الظاهرة

هامة مثل انقسام الخلية ، يقال إنه لا بد من وجود توازن دقيق بين الانقسام الاختزالى والانتحار المبرمج للخلايا فى جسم البالغ السليم .



شكل (٤٧)

تخصص الخلايا الحيوانية النامية

هذا الرسم الإيضاحي الحى لخلايا حية من كتاب دراسى من العصر الفيكتورى، يظهر بوضوح كيف تبعث الجينات إشارة إلى الخلايا أثناء قيامها بالتخصص، فهذه هى الشبكة الشفافة لقدم ضفدع، يمكن اختبارها بسهولة بدون ضرر للضفدعة، وقد وصف ليوني بيل الذى أجرى هذه الدراسات فى خمسينيات القرن التاسع عشر، حيث وصف الوعاء الدموى (فى المركز) حزم الألياف العصبية كل من الجانبين، ويوجد فى أسفل يمين الشكل بداءات خلايا ليفية، التى تساعد فى حفظ الأنسجة فى الحيوانات البالغة.

تشكل معرفة الوقت الذى تتوقف فيه الخلية عن الانقســـام أحـد الأشياء الهامة لها ، فتتكـون الأورام إذا ظلـت الخلايا تنقسم فى حين ألا يجب ألا تقوم بالانقسام . فـإذا انتشـــرت فى الجسم من طـرف الورم ، فسوف ينتهى الأمر بالسرطان الذى وجـدت الجينات المسئولة عن بعض صوره ، وكـذلك فـإننا نعلم أن بعـض الصــور

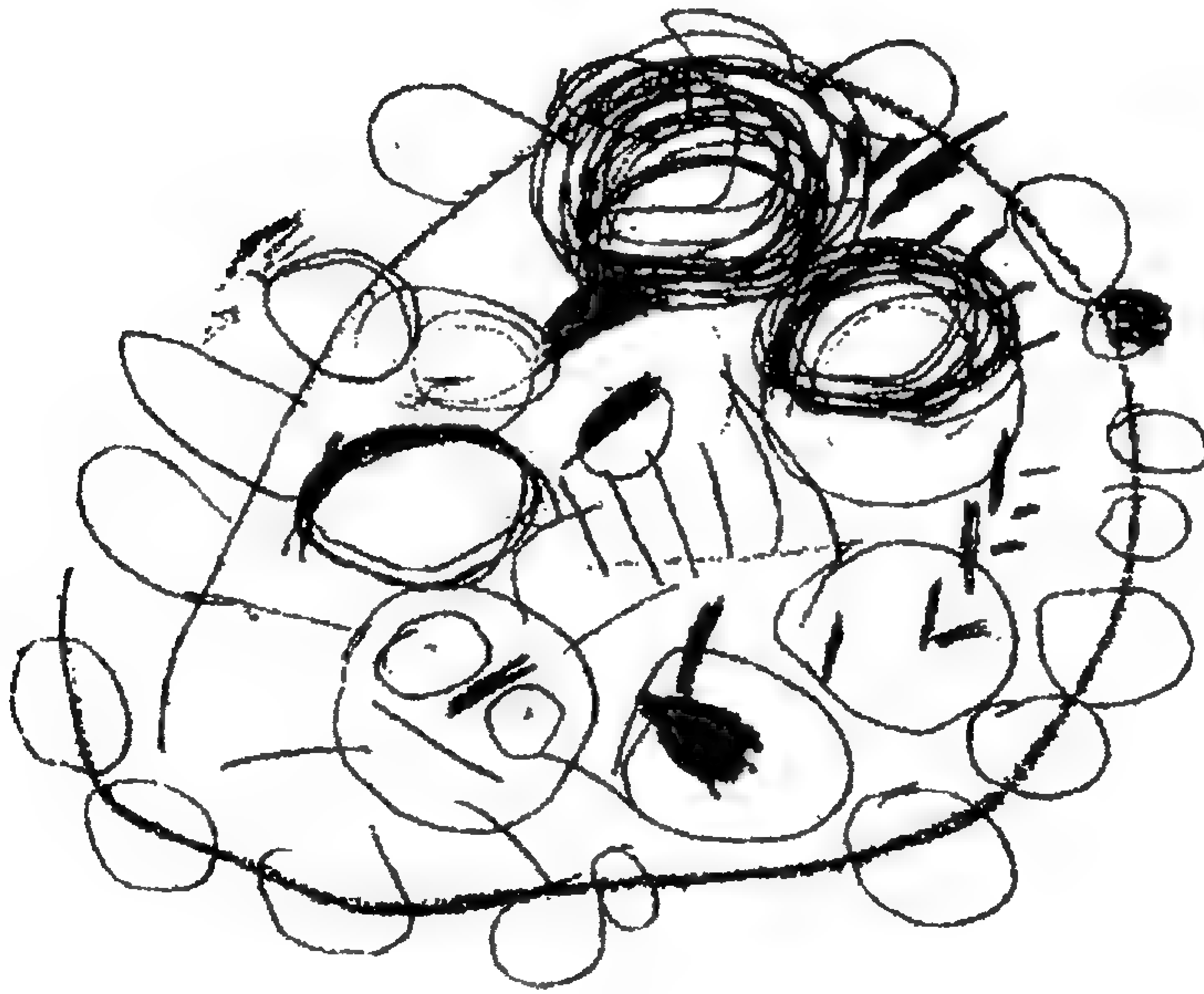
الأخرى منــه تكــون ناتجة عن فيروس ، مثــل مرض ابيضــاض الــدم (الليوكيميــا) فى الطيـور ، بالرغـم من أننا لا نجد هذه الفـيروسـات فى مــرض ابيضــاض الدم الذى يصـيب الآدمـيين ، وربمــا سنجـدهــا فـــى الوقت المناسب حين اكـتـشـفت أول الجينات المسببة للسـرطان ، سميت «أونكوجينات» (نسـبة إلى من يقومون بدراسـة السرطان) .

بعد فترة حماس أولى بدأ الأمر يبدو كأنما كانت هذه «الأنكوجينات» «داخلة» فى تركيب جينات صور قليلة من السرطان الآدمى. وكنا نميل إلى اعتبار السرطانات كما لو كـانت خـلاياهـا قـد تلقت دفـعـا، وأن الجينات المسـئولة عنهـا ذات قـوة نمو بالغـة الارتفاع، وعلى هذا ، يشبه الخلية السرطانية السيارة حين نضـغط على دواسة البنزين التي تجعلها تسرع. وقد تعودت أن أستخدم طريقة مختلفة للنظر إلى هذا الموضوع، وتخيل أن خلية السرطان تشبه سيارة يحاول محركها دائما أن يقودها، فنجد أن سرعتها غير قابلة للتحكم بواسطة دواسة الإسراع (البنزين)، ولكن بواسطة الكابحة (الفرملة) ، بينما تجد أن الخلايا العادية تستجيب للكبح ، وتتوقف عن التضاعف فى الوقت الصحيح، وفى هذه الحالة، لا تنتج خلية سرطانية من زيادة غاز ، ولكن نتيجة لعدم كفاية التوقف. ونحن نعلم أن العديد من المواد المسرطنة هى مركبات تتلف الخلايا ، ويصعب تخيل كيف يمكن لشىء كهذا أن يجعلها تعمل أسرع بشكل ما ، ولكن إذا كان اللون الطبيعى لنظام هو الإسراع ، فإنه من الأسهل رؤية كيف يسبب دمار جهاز الكبح (الفرملة) خروج هذا النظام عن السيطرة . وقد تكون هناك أيضا الإمكانية لعلاج السرطان .

وينبغى علينا عند التعامل مع نموذج «إسراع السيارة» أن نوقف إمداد المحرك بالوقود ، أما فى حالة نظرية الكوابح (الفرامل) فكل ما علينا أن نفعله هو أن نصلح من خللها ونعيدها إلى الوضع الذى تكون فيه تحت السيطرة . وتقربنا دراسة الخلايا الوحيدة وكيفية تنشيط أو تثبيط الجينات فيها، من فهم السرطان .

ونحن مرتبطون ارتباطا وثيقا خلال حياتنا بعالم الميكروبات وحيدة الخليةأكثر مما نتصور، فلا تصبح ميكروبات فقط حين نمارس التكاثر وهى الأكثر حسما فى حياتنا ، ولكن جيناتنا قد تمنحنا خوفا غريزيا نابعا من إحساس الخلايا الوحيدة ، وفى عالم الفن ، توجد لوحات تجسد أشكالا عضوية يبدو بعضها كما لو كان تجسيدا للتركيب

الخلوى فى عقل الفنان ، وبالرغم من معقولية أن تفرض أن هذه الأشكال قد تم تعلمها عن طريق التعود علي ممارسة العلم العام ، فهناك نماذج أخرى يصعب نبذها ، فأحيانا يخترع الأطفال رسوما تبدو مثل صور الخلايا. وخلال دراساتى الأخيرة لمسودات القرون الوسطى ، اجتذبتنى دراسة فن تزيين الحواف المزخرفة للنصوص ، فوجدت أن الزخرفة كانت على شكل خلايا، وتبدو مثل الأنسجة عند النظر إليها. وهنا صورة تبدو أنها رسمت بناء على وعى بشكل الخلية، وفوق ذلك أيضا ، فقد رسمت منذ عدة قرون بما لا يدع مكانا للتفكير فى أنها رسمت نتيجة لدراسة مجهرية ، فهل تشكل هذه الرسوم أيضا أصداء ؟



شكل (٤٨)

هل يرسم طفل فى الثالثة من عمره خلية كائن متعض ؟

تثير رسومات الأطفال الصغار أحيانا صور الخلايا الوحيدة ، فحياتنا كلنا بدأت كخلايا وحيدة، فقد بدأنا كلنا الحياة كخلايا وحيدة . فنحن نضم خلال حياتنا أصداء لسلوك تلك الخلايا . وربما يكشف هذا الرسم الذى يبدو عشوائيا نتيجة لذهن غير مدرب عن ذكريات باهتة من ميراثنا من تلك الخلايا .



شكل (٤٩)

زخارف القرون الوسطى وذاكرة الخلية

تتسم الكثير من الوثائق القديمة بالتوسع فى التزيين بالزخارف الهامشية التى ربما كانت فى بعض الحالات تتضمن أصداء مرسومة بلا وعى لحياتنا السابقة للكائنات وحيدة الخلية . ويحوى هذا الرسم التخطيطى العجيب من القرون الوسطى المأخوذ من مكتبة «سكيب بالينيك» فى ولاية إليونيس زخارف هامشية تصور ما يشبه الخلايا بأسواطها ونواتها بحيث لا تخطئها العين . ويظهر حرف (E) شيئا مثل حيوان منوى يخصب بويضة . وقد تكون لطبيعتنا الخلوية صداها فى هذا الرسم المعقد .

يستخدم الأطباء النفسيون اختبارا تقليديا باستخدام صورة كلب يمازح الفأر ميكى ذا اللون الأسود والذيل المستدق الطرف، والذى يخشى أن يقطع الكلب ذيله بواسطة بلطة يسلطها عليه . ويقال إن هذه الصورة تحمل معنى التهديد، كما يقال أن الرجال يبدون ارتدادا غريزيا لدى رؤيتها نتيجة لما تحمله من معنى ، فيستنتج من ذلك أن هذا هو الخوف من عملية الخصى ، وقد لا يكون الأمر بهذا الشكل ، وإنما هى صورة كلب على وشك قطع ذيل الفأر ، ولكن هذا الذيل طويل ورفيع يشبه بالضبط ذيل حيوان منوى ، فهل يمكن أن يكون ذلك هو الصدى فى الذهن ؟ هناك بعض حيوانات تبدو أنها تفزع النساء ، مثل الفئران والثعابين ، فذيل الفأر والطبيعة المتعرجة لجسم الثعبان يذكران بحيوان منوى يقترب ، ويمكن أن يكون هناك صدى لطريقة دخول الحيوان المنوى فى خلال التخصيب ، واستقبال المرأة لعناق حبيبها وما يتبعه ، وقد تجعل التفاسير النفسية المبنية على هذه الأسس معنى أكثر من تلك التفاسير التقليدية المتفق عليها ، ويدعى بعض الناس تذكرهم لوجودهم قبل المرحلة الجنينية ، وبالنسبة لهم ، فإن كل هذا الادعاء المستبعد قد يكون شظية تناثرت من الإحساس بكل هذا الموضوع .

فهل يعنى هذا المفهوم الجديد أن هذا الصراع مبرمج فى الجينات ؟ بعض الناس يرونه كمبرر للحرب . فقد نشرت هيئة اليونسكو بيانا عن العرق ، يدين أى تبرير للسلوك العرقى المبنى على أساس أنه ناتج طبيعة أملتها الجينات . وأكثر الاصطلاحات حداثة لهذا الرأى كان «بيان سيفيل» فى ١٩٩٦ ، وفيه أنه خطأ من الناحية العلمية القول بأن المخلوقات الآدمية مبرمجة جينيا لتحارب . وحقيقة الأمر أن الوفود الذين جمعهم مؤتمر «سيفيل» لم يعلموا حقيقة ما إذا كان هناك وجود للبرمجة الجينية أصلا ، فلم يجر بحث على هذه القضية ، ولا توجد أى بحوث مشابهة تحمل ذلك المعنى .

وفى الواقع أن المؤسسات الرسمية تفضل أن تبنى موقفا غير مبرر من العلم ، فى حين لا يوجد العلم الحقيقى . ويعلم بنو الإنسان أنهم قادرون على تحقيق النفع لزملائهم لحماية الكوكب، وتوفير الغذاء للعالم الطبيعى ، حيث تصدر قرارات الحرب عن وعى يطغى على كل الأسباب المؤدية لتسوية الخلاف. ويتميز بنو الإنسان بأنهم كائنات محبة للمعرفة ، ومعقدة، وذكية ، وموهوبة .

وقد تحاول أن تدعى أى صورة من اللاإنسانية مخفاة فى جيناتك ، ولكن هذا الإدعاء لايجد مبررا ، فمن الصحيح أن كروموزوم (Y) يحدث شفرة لإنتاج هرمون الذكورة (التستستيرون) المرتبط بالسلوك العدوانى ، ولكن الحرب هى مشروع مشترك، فالذين يقودونها بعيدون عن الجنود المظلومين والمضحين بأرواحهم ، فليست هناك جينات تجعلنا ننشئ مصانع للذخيرة يجنى من ورائها أباطرة الحرب أرباحا طائلة ، ومهما يكن من أمر ، فقد قدمت أدلة مستقاة من مصادر عديدة أن رفض «الغير» وأن الرغبة العميقة للرفض القوى للكائن «شديد الشبه بالغير» هو مكون موروث من مكونات طبيعة الحياة، وآلة من آلات التطور الحيوى، ويكمن فيه السر وراء ازدهار اللغات ، وكذلك يكمن المفتاح إلى تنوع الأجناس ، ويعتبر هذا أمرا تمليه الحياة عند كل مستوياتها، فهو يساعد فى تفسير نشأة دوافعنا ، ولكنه لا يمكنه أن يبرر تصرفاتنا اللاإنسانية تجاه بعضنا البعض حيث المفروض علينا أن نتعلم تفاعل الثقافات الاجتماعية ، فإذا غاب ذلك الجزء الهام من تعلمنا تحدث الحروب الأهلية ، وهنا أيضا امتحان جوهرى للصور الأخرى من الحياة، وللتيقن من المطابقة بين كيفية سلوك الآدميين والطريقة التى تتصرف بها خلايانا أحيانا.

وفى السنوات الأخيرة، تركز كثير من الاهتمام على دراسة أمراض المناعة الذاتية، حين تبدأ الخلايا داخل الجسم تهاجم خلايا أخرى كان من المفروض - فى الحقيقة - أن تتعايش معها ، فهناك أمراض تدخل فى قائمة العلل التى يمكن علاجها بإصلاح الخلل فيها ، ويجب أن ينصب الاهتمام على أن هذه الأعراض المتزامنة لتدمير النفس بسبب الاحتياج إلى التحكم فى رفض «الغير» من الجسم للأعضاء المنقولة إليه وتخفيف الثقل المأساوى وأمراض المناعة . وأرى تشابها جزئيا وثيقا بين الطريقة التى تتفاعل بها الخلايا تفاعلا متضادا والطريقة التى تعرف بها أيضا أجسام تلك الخلايا نعمة هذه الأمراض ، فالكلاب تقاتل بعنف أكثر مع بعضها أكثر مما يقاتل الكلب كائنا من نوع آخر ، وفى الحقيقة أن قتال الكلاب هو أعنف تفاعل يمكن أن تجد كلبك منغمسا فيه ، فالكلاب تقتل فريستها، نعم، ولكنها تتقاتل لأن الكلاب الأخرى متشابهة فى كونها كلاباً، ولكنها مختلفة فى المظهر والصفات، وأعتقد أنه حتى عند هذا المستوى المبدئى يمكن رؤية اختلافات طفيفة تبرز التأثير الأكبر للكيفية التى ينعكس بها تمييز «الغير» على مرآة عالم الكائنات الدقيقة، أى الميكروبات .

تعتبرالحروب الطاحنة التى نراها حول العالم بين المجتمعات أمراضا لفقد المناعة الذاتية ، ولكن فى الناس هذه المرة . ورغم أن الآليات فى جيناتها مصممة لتحمينا ، إلا أنها لم تكن قد تطورت تحت ضغط المجتمع المعاصر. ومن حولنا نشاهد نتائج تمييز «نفس النوع» وعلى رفض «الغير» ، أو «النوع المخالف» كل يوم .

خلال عام ١٩٩٨ رأينا عودة العديد من الأشخاص المدانين بالقتل فى بلاد أجنبية، إلى بريطانيا (فى حالة كانت الضحية ممرضة، وفى حالة أخرى كان الضحية طفلا) ، وأحاطت بكل من الحالتين حالة واسعة من عدم الارتياح، وبدا أن قليلا من الناس يناقشون إدانة المحكوم عليهم ، ومع ذلك، فقد حييت العائدات غالبا كما لو كن نجمات. ويرجع السبب فى هذا الاحتفاء فى أنهن حكم عليهن بواسطة محاكم أجنبية ، وأن الجرائم التى ارتكبنها تمت فى بلاد ذات ثقافات مختلفة، ولو كن ارتكبن جرائمهن داخل الوطن ، لاختلفت مشاعرنا، ولكن لكون السيدات المدانات كن من «قومنا» وحوكمن فى «محاكمهم» فقد تلقين دعما واسعا من وسائل الإعلام .

رأينا أيضا أن الإيثار موجود فى الجينات ، فتظهر الجماعة الكبيرة من خلايا منفصلة تنضم معا مكونة جرثومة العفن المخاطى على أراضى الغابات مبدية أن التضحية الذاتية فطرية فى مجتمع الخلايا. وتبين ظاهرة «داء العوز» أن انتحار الخلية وموتها المبرمج هو ناحية حيوية من حياة الكائنات عديدة الخلايا ، حيث تظهر الطريقة التى يخاطر بها الوالدان بحياتهما لإنقاذ صغارهما ، كيف يشكل «الإيثار» جزءاً وقسما من الحياة ، ولا نحتاج إلى اقتباس أمثلة ، لأن التقارير عن الكلاب والقطط وحتى الطيور تظهر أن الآباء يعرضون حياتهم للخطر إذا وقع أبناؤهم فى خطر حريق أو فيضان ، وكل نماذج ملامح الطبيعة ، حيث تتصرف الكائنات اليائسة تصرفا يحقق نفعا متبادلا ، أكثر من مجرد الاستغلال، فتحمل البكتريا الصحة للكائنات عديدة الخلايا ، وتقوم بتقديم خدمات لها مثل تثبيت النيتروجين للنباتات الوعائية وتتفاعل مع الكائنات الأخرى لتخصيب التربة ، وتتعاون الفطريات والطحالب لتكوين الأشنات التى تستطيع وحدها تكوين مستعمرات صخرية عارية وحجرية بارزة .

ولسنا فى حاجة إلى أن نبحث عن «الإيثار» فى المجتمع الإنسانى ، حيث يعتنى المعتنون بحمولاتهم التى كرسوا أنفسهم لها وغالبا بعيدا عن جاذبية المكافأة المالية ؛ بالطبع يوجد تفسير «أنانى» لكل هذا، انعكس على مرآة الفكرة الخاصة بالجين

«الأنانى» ، فالناس يفعلون أشياء لإدخال السرور على أنفسهم ، فإذا كانت العناية بأحد تسر بعض الناس ، فإن ظاهر الإيثار هو فى حقيقته إرضاء «أنانى» للنفس .

ينتمى هذا التفسير إلى نفس مقولة «الحياة كلها حلم ، وأنا أعيش الآن فى حلم»، ويمكنك أن تناقش الأمر بهذه الطريقة ، إلا أنه لا يوجد سبب للاستشهاد بتفسيرات سريالية فى مواجهة الإيثار الذى يظهر من الناس لزملائهم ، وتكريس أنفسهم لخدمة الآخرين، حيث تعمل ممرضات وأطباء الطوارئ عادة أكثر بكثير من متطلبات عملهم فى مساعدة المرضى ، وتخفيف معاناتهم ، فهل كان ذلك الرجل الشجاع الذى قفز فى نهر «بوتوماك» الثلجى لإنقاذ امرأة من الغرق ويريد الظهور على شاشة التلفزة ؟ إنه كان يخاطر بجيناته في تلك العملية ، أو ربما كان «مدفوعا» لحماية جيناتها ؟ لأن التعلل بأن جيناتها استحثته على تدمير نفسه قد يكون تغييرا سحريا للدافع «الأنانى» .

وتجازى حرف الرعاية غالبا بمرتبات منخفضة نسبيا ، مما يرينا «الإيثار» الإنسانى فى أفضل صُوَرِه ، فهل يمكن أن يكون هؤلاء الناس يمتهنون هذه المهنة لكسب الاحترام من «رعاياهم» ؟ يوفر عالم الحيوان تذكيرا أكثر للتكريس الخالى من الأنانية فى الأفراد ، سيقول المعارضون لهذا الرأى إن من يمتهنون هذه المهنة يتصرفون هكذا لكسب الاحترام ، وبذلك فلا يزال إرضاء النزعة الذاتية سائدا؛ إلا أن الناس يضحون بحياتهم لحماية حياة الحيوانات، فهناك القليل من هواية الموت البطولى فى الناس ، ونحن نرى أفعالا من التكريس الصادق، وسلوك «الإيثار» حولنا كل يوم. وتعتبر الفكرة العامة بأن «الإيثار» فى حقيقته هو مجرد «أنانية» أحد الأسباب لعدم ثقة الناس ببعضهم فى هذه الأيام. وبالرغم من ذلك ، فإننا مخلوقات تتبادل الدعم والمساعدة حيث يشكل التعاون والاعتماد المتبادل على الغير جزءاً من ميراثنا .

وتعمل الخلايا فى داخل أجسامنا فى تناغم تام خلال فترة حياتنا ، تماما كما ينبغى على الناس أن يتفاعلوا بإيجابية ، فالخلايا عليها أن تفسر المعلومات وتعلم ما الذى ستعمله فى الخطوة التالية ، فيما يختص بغزو أراض جديدة والطيران إلى الفضاء ، ويخترعون آلات جديدة لتساعد المجتمع ويحاولون جعل الحياة ذات معنى . ويعتبر التعاون الجيد التنظيم فيما بين مجتمعات خلايانا هو ما يجعل منا آدميين ، ويعكس سلوكنا سلوك تلك الخلايا ، فإذا فهمنا كيف تسلك الخلايا ، سنكتشف جذور سلوكنا .

وينبغى ألا نرتعب من مفهوم «الهندسة الوراثية» ، ولكن ينبغى أن نتعلم أهمية ما يمكنها أن تنجزه . ومن الصعب أن نواصل إرجاع السبب فى ذلك إلى الله فقط ، وأنه لا دخل للإنسانية بذلك ، فالاعتقاد الدينى يجب أن يتقبل بالتأكيد أن الذكاء الإنسانى هو الإظهار الأكبر لغرض الخالق ، وأن إنتاج الأنواع الجديدة – من الكلاب والقطط، إلى القمح والذرة ، هو من بين أكبر إنجازات المؤمنين هنا، فالله أعطانا القدرة على البحث فى الجين ، ولكننا يجب أن نكفل ألا يساء استخدام نتائج هذه البحوث لملاءمة النفعية التجارية الفجة، ذات المدى القصير ، ولا يجب أبدا أن نهمل واجباتنا للمستقبل عند خدمتنا لحملة الأسهم .

طرقنا فيما سبق موضوع الحرمان من الأطفال ، وأيدنا استخدام التقنيات الحديثة لإنهاء حالات الحمل حسب الرغبة ، وبدئها حيث لم يكن من الممكن أن تبدأ ، ونحن نزرع الأطفال صناعيا من عائلة فى عائلة أخرى بواسطة التبنى، الذى يعتبر فى حد ذاته أسلوبا غير طبيعى ، ويعتمد على أنواع استحدثت بواسطة الأسلاف لأجل بقائنا .

تضطرنا الحياة فى شىء معقد مثل مجتمع متحضر إلى استخدام عمليات غاية فى التكلف ، ويمثل تقدم الهندسة الوراثية نهاية لكثير من المعاناة الإنسانية ، وسوف تحمل نظرات حكيمة قيمة إذا كنا سنستخدمها استخداما صحيحا، وسيعمل تغيير جين على التمكين من شفاء عديد من أكثر الأمراض المخيفة التى تعذب المصاب، وسوف نجد جينات مرتبطة بالقدرات الفنية أو بالذاكرة والتى تسبب الإصابة بالسرطان ، وتكون فى نفس الوقت سببا للشفاء منه .، وإنه لصورة باهرة ومثيرة . وقد رأينا أن «الإيثار» هو صفة أساسية من صفات الحياة، ولا يمكن أن يباع أو يشترى ، طبقا لروح العصر الفيكتورى التجارية ، ومع ذلك ، فلا بد من أن نتحرى تجنب إساءة استخدام العلم من أجل أن يكدس المضاربون أرباحا على المدى القصير ، بدلا من تحمل المخاطرة على المدى البعيد، وستنشأ قضية الضرر عن هندسة الجينات كذلك ، فتحت ظروف الاتفاقيات الجارية ، لا يوجد ما يمنع شركات تأمين الحياة من السؤال عن القابلية للإصابة بالأمراض الوراثية وتقديم جائزة بسيطة للأفراد الخالين من أمراض وراثية معينة – يسببها خلل جينى، فهل نريد مجتمعا فى المستقبل تملى فيه الوراثة قيمة الشخص ؟ وهل يمكننا أن نسمح للتجارة بأن تقرر مستقبل الجينات ،

فارضة احتكارات عالمية – كما يمكن أن يحدث فى الزراعة ؟ لا يوجد شىء يخيف فيما يتصل بالهندسة الوراثية، أكثر مما يكمن من خطر من جهاز التلفزة أو السيارات ، أو الطب أو التقنيات ؛ ففى كل حالة لدينا هيئات قائمة لتمنع إساءة استخدام أى شىء مستحدث ، لأن ذلك سيفرض التهديد ، بدلا من الطبيعة الخاصة بذلك المستحدث .

وبكل وضوح ، فإننا نحتاج إلى تشريعات بعيدة النظر ، وعقلانية ، وواقعية، فنحن نسمح للبريطانيين أن يدخنوا ولا نسمح لهم بتدخين الماريجوانا ، ونسمح لهم بشراء الكحول ، ولا نسمح لهم بشراء لحم الأبقار المصحوب بالعظم ، ونسمح ببيع الباراسيتامول (الذى يمكن أن يتلف الكبد) ، ولا نسمح ببيع الإيكستازى (الذى يمكنه إتلاف المخ والتوازن) . وكنا من قبل نتدخل فى التكاثر إلى مدى مدهش ، ويجب علينا الآن أن نميز الواقع الذى يقضى بأن الهندسة الوراثية وجدت هنا لتبقى ، فهذا العلم الحديث يضع علامات لمستقبلنا ويحتاج المجتمع إلى أن يحدد بعقلانية ما يقتضيه من ضوابط .

ودعنى أؤكد أن عديدا من التطورات القابلة للمناقشة فى العلوم الحيوية (البيولوجية) لا علاقة لها بالمعالجة الوراثية ، فزراعة يد جديدة فى جذع كلينث هالمان البالغ من العمر ٤٨ عاما فى سبتمبر ١٩٩٨ قد تقدم أملا لذوى الأعضاء المبتورة على الرغم من أن زراعة الأعضاء تدين بدرجة كبيرة لمهارة الأطباء الذين يحاولون قمع الرفض الذى يقوم به الجسم للزراعة ، مستخدمين «نظام هالمان للمناعة» ، فإنه لا يدين بشىء لمهندسى الوراثة .

فى نفس الوقت، قام فريق من العلماء الفرنسيين بتجربة على حشرة «أبو العيد» التى لا تطير للمعاونة فى مقاومتها ، وكانت بويضات تلك الحشرات تنحدر من سلالات عديمة الأجنحة قد عرضت للإشعاع النووى قبل فقسها ، ولكن ذلك كان مسألة مصادفة ، فلم يكن نقل مركب د. ن. أ – ضمن التجربة . ويتم التخطيط حاليا فى بريطانيا لإنتاج بيض دجاج منخفض الكولسترول ومرتفع فى الأحماض الدهنية التى نحتاجها لنبقى أصحاء، ويتم ذلك بتعديل غذاء الدجاج ، وليس بالتلاعب فى جيناتها ، كما أنه توجد عيادات تجارية تقوم بزراعة أجنة فى أرحام سيدات راغبات فى الحمل ، ويحاولون أن يحددوا حتى جنس المولود ، ولكن بدون هندسة وراثية كذلك .

في رأيي ، أننا سنتعلم الأكثر عن طبيعتنا بالنظر إلى خلايانا ككيانات حية ذات عقل خاص بها ، فالخلية المنفردة هي التي تحكم المجال الحيوي ، مستخدمة الجينات لتمرير المعلومات إلى الأجيال المتتابعة ، كرسل ، وليست كسادة لها .

وأود هنا أن أحتفي بخلود خلايانا، الذي مكننا من عمل أفضل ما يمكن من وجودنا ككيانات ممتدة البقاء ومتكاثرة ، حيث تعمل على التنسيق بيننا وبين زملائنا وتحسين حياتنا كثيرا . فكلنا بدأنا من خلية مجهرية مثلما بدأت الميكروبات ، وكذلك نبقى على مدار الأجيال ، وهذه الميكروبات سوف تقوم بتدوير بقايانا إلى صور تالية من الحياة ، كما أننا نتعايش معها ونتغذى عليها وهي التي استحدثت بيئتنا المضيافة ، وسوف يكون مصيرنا التحول إلى مادة مرة أخرى ، وفي كل يوم نجد أن حياتنا مصبوغة بأصداء آثار طريقة سلوك الخلية الوحيدة ، فنحن جزء من شبكة الحياة ، وتربطنا طبيعتنا الجينية بكل شيء حر وحيد الخلية ينتشر في هذا الكوكب العجيب الفاتن .

شكل (٥٠) الجينات الهامة على كروموزومات نبات الذرة

رقم الجين	كروموزوم (١)
٠	أ م (وراق مخططة)
١٥	ع ن ج (عامل نباتي جاميطى)
٢٥	ذ ع (ذكر عقيم)
٢٧	س ح (سنبلة حبة)
٢٨	ل (لون غلاف الحبة)
٣٠	م ز (مميت الزيجوت)
٥٣	إ ك (انفصال الكروموزومات)
٥٩	م د (المناعة ضد الديدان)
٧٥	أ م د (أوراق مخططة بدقة)
٧٩	ع* ق د (عصافة قصيرة الذيل)
٨٠	م أ (متك أثرى)
١٠٢	ن م (نورة المتك)
١٢٩	أ خ خ (أوراق خطوطها خضراء)
١٥٦	ع و ب (عرق وسطى بنى اللون)

رقم الجين	كروموزوم (٢)
٠	غ أ (غمد أبيض)
١١	غ ل (غياب اللسين)
٣٠	أ ل (أوراق لامعة)
٤٩	ت أ (تضاعف الأنثوسيانين)
٥٦	غ ح (غياب الحريرة)
٦٨	إ د (إنبوسبرم دقيقي)
٧٤	م ت ب (مركز تكوين بذرة السنبلة)
٨٣	ل م (اللون مخضوضر)
١٢٨	ل* غ ح ب (لون غلاف الحبة بنى)

رقم الجين	كروموزوم (٣)
٠	أ م (أوراق مجعدة)
١٨	م ت (مركز تقزم النبات)
٣٤	ع ج (عديم الجذور)
٤٠	أ ش (أوراق شعثاء)
٤٧	ح س (حبة السنبلة)
٦٠	ش ع (شمراخ عار)
٧٥	ن ق (نبات قزمى)
١٠٣	
١١٥	
١٢١	

رقم الجين	كروموزوم (٤)
٠	ب م (بذرة مشوهة)
٣٥	ع* ج (عامل جاميطى)
٥٦	ح س (حبة السنبلة)
٦٦	ح ل ص (حبة لقاح صغيرة)
٧١	أ س (إنبوسبرم سكرى)
٧٤	إ م (إنبوسبرم مشوه)
٨٤	ت م (تخطيط متواز)
١٠٠	م* غ (مغطى بغشاء)
١٠٣	أ ى (أشرطة يابانيه)
١١١	(أوراق لامعة)

رقم الجين	كروموزوم (٥)
٠	(صبغة الأنثوسيانين)
٦	ع و ب (عرق وسطى بني اللون)
٧	أ هـ (إنبوسبرم هش)
١٠	ل م (لون مخضوضر)
١٢	ن ق (نبات قصير)
٣١	أ أ (أثيرون أحمر)
٤٠	ش أ (شريط أصفر)
٧٢	ل م (لون مخضوضر)

رقم الجين	كروموزوم (٦)
٠	إ إ ع (انقسام اختزالي عديد)
١٣	إ أ (إنبوسبرم أصفر)
٣٣	ل أ ش (لون أخضر شاحب)
٤٤	ص* أ (صبغة الأنثوسيانين)
٤٥	أ* م (أثيرون مبقع)
٥٤	ح ل س (حريرة بلون السالمون)
٦٢	ن ق (نبات قزمى)

رقم الجين	كروموزوم (٧)
٠	ع ت (عامل تكثيف)
٤	ل م (لون مخضوضر)
١٨	س م (سنبلة متفرعة)
٢٢	أ ل (أوراق لامعة)
٣٢	م* (مخروط)
٣٦	أ م (أوراق مشقوقة)
٥٦	أ ب (اليرون بنى اللون)
٩٢	ش ر م ح (شمراخ زهرى متفرع بدون حريرة)

رقم الجين	كروموزوم (٨)
٠	ل م (لون مخضوضر)
١٤	ذ ع (ذكر عقيم)
٢٨	ش ى (شريط يابانى الشكل)

رقم الجين	كروموزوم (٩)
٠	م* (منقط)
٧	أ م (أخضر مصفر)
٢٦	ل* أ (لون الأليرون)
٢٨	إ م (إنبوسبرم منكمش)
٣١	ل ب أ (لون برونزى لانثوسانين)
٤٤	غ ب ح (غلاف بنى للحبة)
٥٩	إ ش (إنبوسبرم شمعى) مركز تكين
٧١	ل م (لون مخضوضر)

رقم الجين	كروموزوم (١٠)
٠	م* ص (مناعة ضد مرض الصدا)
١٦	ش* ذ ق (شريط ذهبى قديم)
٢٨	ش م (شريط مخطط)
٣٢	ن ذ م (نبات ذهبى محمر)
٥٧	ت* أ (تكوين الأنثوسيانين)

* عامل وراثي سائد

فهرس

الموضوع | الصفحة

المشروع القومى للترجمة

المشروع القومى للترجمة مشروع تنمية ثقافية بالدرجة الأولى ، ينطلق من الإيجابيات التى حققتها مشروعات الترجمة التى سبقته فى مصر والعالم العربى ويسعى إلى الإضافة بما يفتح الأفق على وعود المستقبل، معتمداً المبادئ التالية :

١- الخروج من أسر المركزية الأوروبية وهيمنة اللغتين الإنجليزية والفرنسية .

٢- التوازن بين المعارف الإنسانية فى المجالات العلمية والفنية والفكرية والإبداعية .

٣- الانحياز إلى كل ما يؤسس لأفكار التقدم وحضور العلم وإشاعة العقلانية والتشجيع على التجريب .

٤- ترجمة الأصول المعرفية التى أصبحت أقرب إلى الإطار المرجعى فى الثقافة الإنسانية المعاصرة، جنباً إلى جنب المنجزات الجديدة التى تضع القارئ فى القلب من حركة الإبداع والفكر العالميين .

٥- العمل على إعداد جيل جديد من المترجمين المتخصصين عن طريق ورش العمل بالتنسيق مع لجنة الترجمة بالمجلس الأعلى للثقافة .

٦- الاستعانة بكل الخبرات العربية وتنسيق الجهود مع المؤسسات المعنية بالترجمة .

المشروع القومى للترجمة

١ – اللغة العليا (طبعة ثانية)	جون كوين	ت : أحمد درويش
٢ – الوثنية والإسلام	ك. مادهو بانيكار	ت : أحمد فؤاد بلبع
٣ – التراث المسروق	جورج جيمس	ت : شوقى جلال
٤ – كيف تتم كتابة السيناريو	انجا كاريتنكوفا	ت : أحمد الحضرى
٥ – ثريا فى غيبوبة	إسماعيل فصيح	ت : محمد علاء الدين منصور
٦ – اتجاهات البحث اللسانى	ميلكا إفيتش	ت : سعد مصلوح / وفاء كامل فايد
٧ – العلوم الإنسانية والفلسفة	لوسيان غولدمان	ت : يوسف الأنطكى
٨ – مشعلو الحرائق	ماكس فريش	ت : مصطفى ماهر
٩ – التغيرات البيئية	أندرو س. جودى	ت : محمود محمد عاشور
١٠ – خطاب الحكاية	جيرار جينيت	ت : محمد معتصم وعبد الجليل الأزدى وعمر حلى
١١ – مختارات	فيسوافا شيمبوريسكا	ت : هناء عبد الفتاح
١٢ – طريق الحرير	ديفيد براونيستون وايرين فرانك	ت : أحمد محمود
١٣ – ديانة الساميين	روبرتسن سميث	ت : عبد الوهاب علوب
١٤ – التحليل النفسى والأدب	جان بيلمان نويل	ت : حسن المودن
١٥ – الحركات الفنية	إدوارد لويس سميث	ت : أشرف رفيق عفيفى
١٦ – أثينة السوداء	مارتن برنال	ت : بإشراف / أحمد عتمان
١٧ – مختارات	فيليب لاركين	ت : محمد مصطفى بدوى
١٨ – الشعر النسائى فى أمريكا اللاتينية	مختارات	ت : طلعت شاهين
١٩ – الأعمال الشعرية الكاملة	چورج سفيريس	ت : نعيم عطية
٢٠ – قصة العلم	ج. ج. كراوثر	ت: يمنى طريف الخولى / بدوى عبد الفتاح
٢١ – خوخة وألف خوخة	صمد بهرنجى	ت : ماجدة العنانى
٢٢ – مذكرات رحالة عن المصريين	جون أنتيس	ت : سيد أحمد على الناصرى
٢٣ – تجلى الجميل	هانز جيورج جادامر	ت : سعيد توفيق
٢٤ – ظلال المستقبل	باتريك بارندر	ت : بكر عباس
٢٥ – مثنوى	مولانا جلال الدين الرومى	ت : إبراهيم الدسوقى شتا
٢٦ – دين مصر العام	محمد حسين هيكل	ت : أحمد محمد حسين هيكل
٢٧ – التنوع البشرى الخلاق	مقالات	ت : نخبة
٢٨ – رسالة فى التسامح	جون لوك	ت : منى أبو سنه
٢٩ – الموت والوجود	جيمس ب. كارس	ت : بدر الديب
٣٠ – الوثنية والإسلام (ط٢)	ك. مادهو بانيكار	ت : أحمد فؤاد بلبع
٣١ – مصادر دراسة التاريخ الإسلامى	جان سوفاجيه – كلود كاين	ت : عبد الستار الحلوجى / عبد الوهاب علوب
٣٢ – الانقراض	ديفيد روس	ت : مصطفى إبراهيم فهمى
٣٣ – التاريخ الاقتصادى لإفريقيا الغربية	أ. ج. هوبكنز	ت : أحمد فؤاد بلبع
٣٤ – الرواية العربية	روجر آلن	ت : حصة إبراهيم المنيف
٣٥ – الأسطورة والحداثة	بول . ب . ديكسون	ت : خليل كلفت

٣٦ – نظريات السرد الحديثة	والاس مارتن	ت : حياة جاسم محمد
٣٧ – واحة سيوة وموسيقاها	بريجيت شيفر	ت : جمال عبد الرحيم
٣٨ – نقد الحداثة	آلن تورين	ت : أنور مغيث
٣٩ – الإغريق والحسد	بيتر والكوت	ت : منيرة كروان
٤٠ – قصائد حب	آن سكستون	ت : محمد عيد إبراهيم
٤١ – ما بعد المركزية الأوربية	بيتر جران	ت : عاطف أحمد / إبراهيم فتحى / محمود ماجد
٤٢ – عالم ماك	بنجامين باربر	ت : أحمد محمود
٤٣ – اللهب المزدوج	أوكتافيو پاث	ت : المهدى أخريف
٤٤ – بعد عدة أصياف	ألدوس هكسلى	ت : مارلين تادرس
٤٥ – التراث المغدور	روبرت ج دنيا – جون ف أ فاين	ت : أحمد محمود
٤٦ – عشرون قصيدة حب	بابلو نيرودا	ت : محمود السيد على
٤٧ – تاريخ النقد الأدبى الحديث (١)	رينيه ويليك	ت : مجاهد عبد المنعم مجاهد
٤٨ – حضارة مصر الفرعونية	فرانسوا دوما	ت : ماهر جويجاتى
٤٩ – الإسلام فى البلقان	هـ . ت . نوريس	ت : عبد الوهاب علوب
٥٠ – ألف ليلة وليلة أو القول الأسير	جمال الدين بن الشيخ	ت : محمد برادة وعثمانى الميلود ويوسف الأنطكى
٥١ – مسار الرواية الإسبانو أمريكية	داريو بيانويبا وخ. م بينياليستى	ت : محمد أبو العطا
٥٢ – العلاج النفسى التدعيمى	بيتر . ن . نوفاليس وستيفن . ج . روجسيفيتز وروجر بيل	ت : لطفى فطيم وعادل دمرداش
٥٣ – الدراما والتعليم	أ . ف . ألنجتون	ت : مرسى سعد الدين
٥٤ – المفهوم الإغريقى للمسرح	ج . مايكل والتون	ت : محسن مصيلحى
٥٥ – ما وراء العلم	چون بولكنجهوم	ت : على يوسف على
٥٦ – الأعمال الشعرية الكاملة (١)	فديريكو غرسية لوركا	ت : محمود على مكى
٥٧ – الأعمال الشعرية الكاملة (٢)	فديريكو غرسية لوركا	ت : محمود السيد ، ماهر البطوطى
٥٨ – مسرحيتان	فديريكو غرسية لوركا	ت : محمد أبو العطا
٥٩ – المحبرة	كارلوس مونييث	ت : السيد السيد سهيم
٦٠ – التصميم والشكل	جوهانز ايتين	ت : صبرى محمد عبد الغنى
٦١ – موسوعة علم الإنسان	شارلوت سيمور – سميث	مراجعة وإشراف : محمد الجوهرى
٦٢ – لذّة النّص	رولان بارت	ت : محمد خير البقاعى .
٦٣ – تاريخ النقد الأدبى الحديث (٢)	رينيه ويليك	ت : مجاهد عبد المنعم مجاهد
٦٤ – برتراند راسل (سيرة حياة)	آلان وود	ت : رمسيس عوض .
٦٥ – فى مدح الكسل ومقالات أخرى	برتراند راسل	ت : رمسيس عوض .
٦٦ – خمس مسرحيات أندلسية	أنطونيو جالا	ت : عبد اللطيف عبد الحليم
٦٧ – مختارات	فرناندو بيسوا	ت : المهدى أخريف
٦٨ – نتاشا العجوز وقصص أخرى	فالنتين راسبوتين	ت : أشرف الصباغ
٦٩ – العالم الإسلامى فى أوائل القرن العشرين	عبد الرشيد إبراهيم	ت : أحمد فؤاد متولى وهويدا محمد فهمى
٧٠ – ثقافة وحضارة أمريكا اللاتينية	أوخينيو تشانج رودريجث	ت : عبد الحميد غلاب وأحمد حشاد
٧١ – السيدة لا تصلح إلا للرمى	داريو فو	ت : حسين محمود

٧٢ - السياسى العجوز	ت . س . إليوت	ت : فؤاد مجلى
٧٣ - نقد استجابة القارئ	چين . ب . تومبكنز	ت : حسن ناظم وعلى حاكم
٧٤ - صلاح الدين والمماليك فى مصر	ل . ا . سيمينوڤا	ت : حسن بيومى
٧٥ - فن التراجم والسير الذاتية	أندريه موروا	ت : أحمد درويش
٧٦ - چاك لاكان وإغواء التحليل النفسى	مجموعة من الكتاب	ت : عبد المقصود عبد الكريم
٧٧ - تاريخ النقد الأدبى الحديث ج ٢	رينيه ويليك	ت : مجاهد عبد المنعم مجاهد
٧٨ - العولمة : النظرية الاجتماعية والثقافة الكونية	رونالد روبرتسون	ت : أحمد محمود ونورا أمين
٧٩ - شعرية التأليف	بوريس أوسبنسكى	ت : سعيد الغانمى وناصر حلاوى
٨٠ - بوشكين عند «نافورة الدموع»	ألكسندر بوشكين	ت : مكارم الغمرى
٨١ - الجماعات المتخيلة	بندكت أندرسن	ت : محمد طارق الشرقاوى
٨٢ - مسرح ميجيل	ميجيل دى أونامونو	ت : محمود السيد على
٨٣ - مختارات	غوتفريد بن	ت : خالد المعالى
٨٤ - موسوعة الأدب والنقد	مجموعة من الكتاب	ت : عبد الحميد شيحة
٨٥ - منصور الحلاج (مسرحية)	صلاح زكى أقطاى	ت : عبد الرازق بركات
٨٦ - طول الليل	جمال مير صادقى	ت : أحمد فتحى يوسف شتا
٨٧ - نون والقلم	جلال آل أحمد	ت : ماجدة العنانى
٨٨ - الابتلاء بالتغرب	جلال آل أحمد	ت : إبراهيم الدسوقى شتا
٨٩ - الطريق الثالث	أنتونى جيدنز	ت : أحمد زايد ومحمد محيى الدين
٩٠ - وسم السيف (قصص)	نخبة من كُتاب أمريكا اللاتينية	ت : محمد إبراهيم مبروك
٩١ - المسرح والتجريب بين النظرية والتطبيق	باربر الاسوستكا	ت : محمد هناء عبد الفتاح
٩٢ - أساليب ومضامين المسرح الإسبانوأمريكى المعاصر	كارلوس ميجل	ت : نادية جمال الدين
٩٣ - محدثات العولمة	مايك فيذرستون وسكوت لاش	ت : عبد الوهاب علوب
٩٤ - الحب الأول والصحبة	صمويل بيكيت	ت : فوزية العشماوى
٩٥ - مختارات من المسرح الإسبانى	أنطونيو بويرو باييخو	ت : سرى محمد محمد عبد اللطيف
٩٦ - ثلاث زنبقات ووردة	قصص مختارة	ت : إدوار الخراط
٩٧ - هوية فرنسا (مج ١)	فرنان برودل	ت : بشير السباعى
٩٨ - الهم الإنسانى والابتزاز الصهيونى	نماذج ومقالات	ت : أشرف الصباغ
٩٩ - تاريخ السينما العالمية	ديڤيد روبنسون	ت : إبراهيم قنديل
١٠٠ - مساءلة العولمة	بول هيرست وجراهام تومبسون	ت : إبراهيم فتحى
١٠١ - النص الروائى (تقنيات ومناهج)	بيرنار فاليط	ت : رشيد بنحدو
١٠٢ - السياسة والتسامح	عبد الكريم الخطيبى	ت : عز الدين الكتانى الإدريسى
١٠٣ - قبر ابن عربى يليه آياء	عبد الوهاب المؤدب	ت : محمد بنيس
١٠٤ - أوبرا ماهوجنى	برتولت بريشت	ت : عبد الغفار مكاوى
١٠٥ - مدخل إلى النص الجامع	چيرارچينيت	ت : عبد العزيز شبيل
١٠٦ - الأدب الأندلسى	د. ماريا خيسوس روبييرامتى	ت : أشرف على دعدور
١٠٧ - صورة الفدائى فى الشعر الأمريكى المعاصر	نخبة	ت : محمد عبد الله الجعيدى

١٠٨ - ثلاث دراسات عن الشعر الأندلسي	مجموعة من النقاد	ت : محمود على مكى
١٠٩ - حروب المياه	چون بولوك وعادل درويش	ت : هاشم أحمد محمد
١١٠ - النساء في العالم النامي	حسنة بيجوم	ت : منى قطان
١١١ - المرأة والجريمة	فرانسيس هيندسون	ت : ريهام حسين إبراهيم
١١٢ - الاحتجاج الهادئ	أرلين علوى ماكليود	ت : إكرام يوسف
١١٣ - راية التمرد	سادى پلانت	ت : أحمد حسان
١١٤ - مسرحيتا حصاد كونجي وسكان المستنقع	وول شوينكا	ت : نسيم مجلى
١١٥ - غرفة تخص المرء وحده	فرچينيا وولف	ت : سمية رمضان
١١٦ - امرأة مختلفة (درية شفيق)	سينثيا نلسون	ت : نهاد أحمد سالم
١١٧ - المرأة والجنوسة في الإسلام	ليلى أحمد	ت : منى إبراهيم ، وهالة كمال
١١٨ - النهضة النسائية في مصر	بث بارون	ت : لميس النقاش
١١٩ - النساء والأسرة وقوانين الطلاق	أميرة الأزهرى سنبل	ت : بإشراف/ رؤوف عباس
١٢٠ - الحركة النسائية والتطور في الشرق الأوسط	ليلى أبو لغد	ت : نخبة من المترجمين
١٢١ - الدليل الصغير في كتابة المرأة العربية	فاطمة موسى	ت : محمد الجندى ، وإيزابيل كمال
١٢٢ - نظام العبودية القديم ونموذج الإنسان	جوزيف فوجت	ت : منيرة كروان
١٢٣ - الإمبراطورية العثمانية وعلاقاتها الدولية	نينل الكسندر وفنادولينا	ت: أنور محمد إبراهيم
١٢٤ - الفجر الكاذب	چون جراى	ت : أحمد فؤاد بلبع
١٢٥ - التحليل الموسيقى	سيدريك ثورپ ديڤى	ت : سمحه الخولى
١٢٦ - فعل القراءة	ڤولڤانج إيسر	ت : عبد الوهاب علوب
١٢٧ - إرهاب	صفاء فتحى	ت : بشير السباعى
١٢٨ - الأدب المقارن	سوزان باسنيت	ت : أميرة حسن نويرة
١٢٩ - الرواية الاسبانية المعاصرة	ماريا دولورس أسيس جاروته	ت : محمد أبو العطا وآخرون
١٣٠ - الشرق يصعد ثانية	أندريه جوندر فرانك	ت : شوقى جلال
١٣١ - مصر القديمة (التاريخ الاجتماعي)	مجموعة من المؤلفين	ت : لويس بقطر
١٣٢ - ثقافة العولمة	مايك فيذرستون	ت : عبد الوهاب علوب
١٣٣ - الخوف من المرايا	طارق على	ت : طلعت الشايب
١٣٤ - تشريح حضارة	بارى ج. كيمب	ت : أحمد محمود
١٣٥ - المختار من نقد ت. س. إليوت (ثلاثة أجزاء)	ت. س. إليوت	ت : ماهر شفيق فريد
١٣٦ - فلاحو الباشا	كينيث كونو	ت : سحر توفيق
١٣٧ - مذكرات ضابط في الحملة الفرنسية	جوزيف مارى مواريه	ت : كاميليا صبحى
١٣٨ - عالم التليفزيون بين الجمال والعنف	إيڤلينا تارونى	ت : وجيه سمعان عبد المسيح
١٣٩ - پارسيڤال	ريشارد ڤاچنر	ت : مصطفى ماهر
١٤٠ - حيث تلتقى الأنهار	هربرت ميسن	ت : أمل الجبورى
١٤١ - اثنتا عشرة مسرحية يونانية	مجموعة من المؤلفين	ت : نعيم عطية
١٤٢ - الإسكندرية : تاريخ ودليل	أ. م. فورستر	ت : حسن بيومى
١٤٣ - قضايا التنظير في البحث الاجتماعي	ديريك لايدار	ت : عدلى السمرى
١٤٤ - صاحبة اللوكاندة	كارلو جولدونى	ت : سلامة محمد سليمان

١٤٥ – موت أرتيميو كروث	كارلوس فوينتس	ت : أحمد حسان
١٤٦ – الورقة الحمراء	ميجيل دى ليبس	ت : على عبد الرؤوف البمبى
١٤٧ – خطبة الإدانة الطويلة	تانكريد دورست	ت : عبد الغفار مكاوى
١٤٨ – القصة القصيرة (النظرية والتقنية)	إنريكى أندرسون إمبرت	ت : على إبراهيم على منوفى
١٤٩ – النظرية الشعرية عند إليوت وأدونيس	عاطف فضول	ت : أسامة إسبر
١٥٠ – التجربة الإغريقية	روبرت ج. ليتمان	ت: منيرة كروان
١٥١ – هوية فرنسا (مج ٢ ، ج ١)	فرنان برودل	ت : بشير السباعى
١٥٢ – عدالة الهنود وقصص أخرى	نخبة من الكُتاب	ت : محمد محمد الخطابى
١٥٣ – غرام الفراعنة	فيولين فانويك	ت : فاطمة عبد الله محمود
١٥٤ – مدرسة فرانكفورت	فيل سليتر	ت : خليل كلفت
١٥٥ – الشعر الأمريكى المعاصر	نخبة من الشعراء	ت : أحمد مرسى
١٥٦ – المدارس الجمالية الكبرى	جى أنبال وآلان وأوديت ڤيرمو	ت : مى التلمسانى
١٥٧ – خسرو وشيرين	النظامى الكنوجى	ت : عبد العزيز بقوش
١٥٨ – هوية فرنسا (مج ٢ ، ج٢)	فرنان برودل	ت : بشير السباعى
١٥٩ – الإيديولوجية	ديڤيد هوكس	ت : إبراهيم فتحى
١٦٠ – آلة الطبيعة	بول إيرليش	ت : حسين بيومى
١٦١ – من المسرح الإسبانى	اليخاندرو كاسونا وأنطونيو جالا	ت : زيدان عبد الحليم زيدان
١٦٢ – تاريخ الكنيسة	يوحنا الآسيوى	ت : صلاح عبد العزيز محجوب
١٦٣ – موسوعة علم الاجتماع ج ١	جوردون مارشال	ت بإشراف : محمد الجوهرى
١٦٤ – شامپوليون (حياة من نور)	چان لاكوتير	ت : نبيل سعد
١٦٥ – حكايات الثعلب	أ . ن أفانا سيفا	ت : سهير المصادفة
١٦٦ – العلاقات بين المتدينين والعلمانيين فى إسرائيل	يشعياهو ليڤمان	ت : محمد محمود أبو غدير
١٦٧ – فى عالم طاغور	رابندرانات طاغور	ت : شكرى محمد عياد
١٦٨ – دراسات فى الأدب والثقافة	مجموعة من المؤلفين	ت : شكرى محمد عياد
١٦٩ – إبداعات أدبية	مجموعة من المبدعين	ت : شكرى محمد عياد
١٧٠ – الطريق	ميغيل دليبيس	ت : بسام ياسين رشيد
١٧١ – وضع حد	فرانك بيجو	ت : هدى حسين
١٧٢ – حجر الشمس	مختارات	ت : محمد محمد الخطابى
١٧٣ – معنى الجمال	ولتر ت . ستيس	ت : إمام عبد الفتاح إمام
١٧٤ – صناعة الثقافة السوداء	ايليس كاشمور	ت : أحمد محمود
١٧٥ – التليفزيون فى الحياة اليومية	لورينزو فيلشس	ت : وجيه سمعان عبد المسيح
١٧٦ – نحو مفهوم للاقتصاديات البيئية	توم تيتنبرج	ت : جلال البنا
١٧٧ – أنطون تشيخوف	هنرى ترويا	ت : حصة إبراهيم منيف
١٧٨ – مختارات من الشعر اليونانى الحديث	نخبة من الشعراء	ت : محمد حمدى إبراهيم
١٧٩ – حكايات أيسوب	أيسوب	ت : إمام عبد الفتاح إمام
١٨٠ – قصة جاويد	إسماعيل فصيح	ت : سليم عبدالأمير حمدان
١٨١ – النقد الأدبى الأمريكى	فنسنت . ب . ليتش	ت : محمد يحيى

١٨٢ - العنف والنبوءة	و . ب . بيتس	ت : ياسين طه حافظ
١٨٣ - جان كوكتو على شاشة السينما	رينيه جيلسون	ت : فتحي العشرى
١٨٤ - القاهرة .. حالمة لا تنام	هانز إيندورفر	ت : دسوقى سعيد
١٨٥ - أسفار العهد القديم	توماس تومسن	ت . عبد الوهاب علوب
١٨٦ - معجم مصطلحات هيجل	ميخائيل أنوود	ت : إمام عبد الفتاح إمام
١٨٧ - الأرضة	بزرج علوى	ت : علاء منصور
١٨٨ - موت الأدب	ألفين كرنان	ت : بدر الديب
١٨٩ - العمى والبصيرة	بول دى مان	ت : سعيد الغانمى
١٩٠ - محاورات كونفوشيوس	كونفوشيوس	ت : محسن سيد فرجانى
١٩١ - الكلام رأسمال	الحاج أبو بكر إمام	ت : مصطفى حجازى السيد
١٩٢ - سياحتنامه إبراهيم بيك	زين العابدين المراغى	ت : محمود سلامة علاوى
١٩٣ - عامل المنجم	بيتر أبراهامز	ت : محمد عبد الواحد محمد
١٩٤ - مختارات من النقد الأنجلو - أمريكى	مجموعة من النقاد	ت . ماهر شفيق فريد
١٩٥ - شتاء ٨٤	إسماعيل فصيح	ت : محمد علاء الدين منصور
١٩٦ - المهلة الأخيرة	فالنتين راسبوتين	ت : أشرف الصباغ
١٩٧ - الفاروق	شمس العلماء شبلى النعمانى	ت : جلال السعيد الحفناوى
١٩٨ - الاتصال الجماهيرى	إدوين إمرى وآخرون	ت : إبراهيم سلامة إبراهيم
١٩٩ - تاريخ يهود مصر فى الفترة العثمانية	يعقوب لانداوى	ت : جمال أحمد الرفاعى وأحمد عبد اللطيف حماد
٢٠٠ - ضحايا التنمية	جيرمى سيبروك	ت : فخرى لبيب
٢٠١ - الجانب الدينى للفلسفة	جوزايا رويس	ت : أحمد الأنصارى
٢٠٢ - تاريخ النقد الأدبى الحديث جـ٤	رينيه ويليك	ت : مجاهد عبد المنعم مجاهد
٢٠٣ - الشعر والشاعرية	ألطاف حسين حالى	ت : جلال السعيد الحفناوى
٢٠٤ - تاريخ نقد العهد القديم	زالمان شازار	ت : أحمد محمود هويدى
٢٠٥ - الجينات والشعوب واللغات	لويجى لوقا كافاللى - سفورزا	ت : أحمد مستجير
٢٠٦ - الهيولية تصنع علماً جديداً	جيمس جلايك	ت : على يوسف على
٢٠٧ - ليل إفريقى	رامون خوتاسندير	ت : محمد أبو العطا عبد الرؤوف
٢٠٨ - شخصية العربى فى المسرح الإسرائيلى	دان أوريان	ت : محمد أحمد صالح
٢٠٩ - السرد والمسرح	مجموعة من المؤلفين	ت : أشرف الصباغ
٢١٠ - مثنويات حكيم سنائى	سنائى الغزنوى	ت : يوسف عبد الفتاح فرج
٢١١ - فردينان دوسوسير	جوناثان كلر	ت : محمود حمدى عبد الغنى
٢١٢ - قصص الأمير مرزبان	مرزبان بن رستم بن شروين	ت : يوسف عبد الفتاح فرج
٢١٣ - مصر منذ قدوم نابليون حتى رحيل عبد الناصر	ريمون فلاور	ت : سيد أحمد على الناصرى
٢١٤ - قواعد جديدة للمنهج فى علم الاجتماع	أنتونى جيدنز	ت : محمد محمود محى الدين
٢١٥ - سياحت نامه إبراهيم بيك جـ٢	زين العابدين المراغى	ت : محمود سلامة علاوى
٢١٦ - جوانب أخرى من حياتهم	مجموعة من المؤلفين	ت : أشرف الصباغ
٢١٧ - مسرحيتان طليعيتان	صمويل بيكيت	ت : نادية البنهاوى
٢١٨ - رايولا	خوليو كورتازان	ت : على إبراهيم على منوفى

٢١٩ – بقايا اليوم	كازو ايشجورو	ت : طلعت الشايب
٢٢٠ – الهيولية فى الكون	بارى باركر	ت : على يوسف على
٢٢١ – شعرية كفافى	جريجورى جوزدانيس	ت : رفعت سلام
٢٢٢ – فرانز كافكا	رونالد جراى	ت : نسيم مجلى
٢٢٣ – العلم فى مجتمع حر	بول فيرابنر	ت : السيد محمد نقادى
٢٢٤ – دمار يوغسلافيا	برانكا ماجاس	ت : منى عبد الظاهر إبراهيم السيد
٢٢٥ – حكاية غريق	جابرييل جارثيا ماركث	ت : السيد عبد الظاهر عبد الله
٢٢٦ – أرض المساء وقصائد أخرى	ديفيد هربت لورانس	ت : طاهر محمد على البربرى
٢٢٧ – المسرح الإسبانى فى القرن السابع عشر	موسى ماردينا ديف بوركى	ت : السيد عبد الظاهر عبد الله
٢٢٨ – علم الجمالية وعلم اجتماع الفن	جانيت وولف	ت : مارى تيريز عبد المسيح وخالد حسن
٢٢٩ – مأزق البطل الوحيد	نورمان كيمان	ت : أمير إبراهيم العمرى
٢٣٠ – عن الذباب والفئران والبشر	فرانسواز جاكوب	ت : مصطفى إبراهيم فهمى
٢٣١ – الدرافيل	خايمى سالوم بيدال	ت : جمال أحمد عبد الرحمن
٢٣٢ – مابعد المعلومات	توم ستينر	ت : مصطفى إبراهيم فهمى
٢٣٣ – فكرة الاضمحلال	أرثر هيرمان	ت : طلعت الشايب
٢٣٤ – الإسلام فى السودان	ج. سبنسر تريمنجهام	ت : فؤاد محمد عكود
٢٣٥ – ديوان شمس تبريزى ج١	جلال الدين الرومى	ت : إبراهيم الدسوقى شتا
٢٣٦ – الولاية	ميشيل تود	ت : أحمد الطيب
٢٣٧ – مصر أرض الوادى	روبين فيدين	ت : عنايات حسين طلعت
٢٣٨ – العولمة والتحرير	الانكتاد	ت : ياسر محمد جاد الله وعربى مدبولى أحمد
٢٣٩ – العربى فى الأدب الإسرائيلى	جيلارافر – رايوخ	ت : نادية سليمان حافظ وإيهاب صلاح فايق
٢٤٠ – الإسلام والغرب وإمكانية الحوار	كامى حافظ	ت : صلاح عبد العزيز محمود
٢٤١ – فى انتظار البرابرة	ك. م كويتز	ت : ابتسام عبد الله سعيد
٢٤٢ – سبعة أنماط من الغموض	وليام إمبسون	ت : صبرى محمد حسن عبد النبى
٢٤٣ – تاريخ إسبانيا الإسلامية جـ١	ليفى بروفنسال	ت : مجموعة من المترجمين
٢٤٤ – الغليان	لاورا إسكيبيل	ت : نادية جمال الدين محمد
٢٤٥ – نساء مقاتلات	إليزابيتا أديس	ت : توفيق على منصور
٢٤٦ – قصص مختارة	جابرييل جرثيا ماركث	ت : على إبراهيم على منوفى
٢٤٧ – الثقافة الجماهيرية والحداثة فى مصر	وولتر أرمبرست	ت : محمد الشرقاوى
٢٤٨ – حقول عدن الخضراء	أنطونيو جالا	ت : عبد اللطيف عبد الحليم
٢٤٩ – لغة التمزق	دراجو شتامبوك	ت : رفعت سلام
٢٥٠ – علم اجتماع العلوم	دومنيك فينك	ت : ماجدة أباظة
٢٥١ – موسوعة علم الاجتماع ج ٢	جوردون مارشال	ت بإشراف : محمد الجوهرى
٢٥٢ – رائدات الحركة النسوية المصرية	مارجو بدران	ت : على بدران
٢٥٣ – تاريخ مصر الفاطمية	ل. أ. سيمينوفا	ت : حسن بيومى
٢٥٤ – الفلسفة	ديف روبنسون وجودى جروفز	ت : إمام عبد الفتاح إمام
٢٥٥ – أفلاطون	ديف روبنسون وجودى جروفز	ت : إمام عبد الفتاح إمام

٢٥٦ - ديكارت	ديف روبنسون وجودى، جروفز	ت : إمام عبد الفتاح إمام
٢٥٧ - تاريخ الفلسفة الحديثة	وليم كلى رايت	ت : محمود سيد أحمد
٢٥٨ - الفجر	سير أنجوس فريزر	ت : عُبادة كُحيلة
٢٥٩ - مختارات من الشعر الأرمنى	نخبة	ت : ڤاروجان كازانچيان
٢٦٠ - موسوعة علم الاجتماع ج٢	جوردون مارشال	ت بإشراف : محمد الجوهرى
٢٦١ - رحلة فى فكر زكى نجيب محمود	زكى نجيب محمود	ت : إمام عبد الفتاح إمام
٢٦٢ - مدينة المعجزات	إدوارد مندوثا	ت : محمد أبو العطا عبد الرؤوف
٢٦٣ - الكشف عن حافة الزمن	چون جريبن	ت : على يوسف على
٢٦٤ - إبداعات شعرية مترجمة	هوراس / شلى	ت : لويس عوض
٢٦٥ - روايات مترجمة	أوسكار وايلد وصموئيل جونسون	ت : لويس عوض
٢٦٦ - مدير المدرسة	جلال آل أحمد	ت : عادل عبد المنعم سويلم
٢٦٧ - فن الرواية	ميلان كونديرا	ت : بدر الدين عرودكى
٢٦٨ - ديوان شمس تبريزى ج٢	جلال الدين الرومى	ت : إبراهيم الدسوقى شتا
٢٦٩ - وسط الجزيرة العربية وشرقها ج١	وليم چيفور بالجريف	ت : صبرى محمد حسن
٢٧٠ - وسط الجزيرة العربية وشرقها ج٢	وليم چيفور بالجريف	ت : صبرى محمد حسن
٢٧١ - الحضارة الغربية	توماس سى . باترسون	ت : شوقى جلال
٢٧٢ - الأديرة الأثرية فى مصر	س. س. والترز	ت : إبراهيم سلامة
٢٧٣ - الاستعمار والثورة فى الشرق الأوسط	جوان آر. لوك	ت : عنان الشهاوى
٢٧٤ - السيدة بربارا	روموليو جالاجوس	ت : محمود على مكى
٢٧٥ - ت. س. إليوت شاعراً وناقداً وكاتباً مسرحياً	أقلام مختلفة	ت : ماهر شفيق فريد
٢٧٦ - فنون السينما	فرانك جوتيران	ت : عبد القادر التلمسانى
٢٧٧ - الجينات : الصراع من أجل الحياة	بريان فورد	ت : أحمد فوزى

طبع بالهيئة العامة لشئون المطابع الأميرية

رقم الإيداع ١٠٢٤٥ / ٢٠٠١